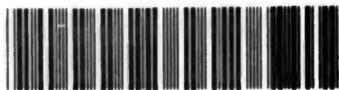

Digitized by Google


600030437N

G. 88 a. 21.

1891 e 266/4



Digitized by Google

Digitized by Google

Biologie,

oder

Philosophie

der

lebenden Natur

für

Naturforscher und Aerzte.

Von

Gottfried Reinhold Treviranus.

14 NOV

Vierter Band.

Göttingen,

bey Johann Friedrich Röwer.

1814.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Es sind neun Jahre seitdem der dritte Theil dieser Biologie erschien. Ich entwarf als Jüngling zu diesem Werke den Plan, weihete demselben die schönsten Jahre meines Lebens, und hoffte ohne Unterbrechung es zu beendigen. Aber Veränderungen meiner Lage, der Drang der Geschäfte, das Geräusch des Kriegs, und der Jammer meines unterdrückten Vaterlands raubten mir Musse und Ruhe. Doch blieb mir der Baum, den ich in glücklichen Jugendstunden gepflanzt hatte, über alles theuer. Ich habe seiner zu jeder Zeit gepflegt, die ich mein nennen konnte, und bringe hier die Früchte, die unterdess zwar langsam, aber vielleicht vollkommener, als bey mehr Eile der Fall gewesen seyn würde, an ihm gereift sind.

Nach so langen Jahren haben sich meine Ansichten in manchen Stücken geändert. Vieles in den drey ersten Bänden dieses Werks würde, jetzt herausgegeben, eine ganz andere Gestalt haben. Allein in der Hauptsache ist meine Ueberzeugung dieselbe geblieben. Ich habe auf dem Grund, den ich früher legte, fortbauen können, und hoffe darauf diese Arbeit zu vollenden.

Bey mehrern Abschnitten des gegenwärtigen Bandes hatte ich an HALLER's Elementen der Physiologie eine Vorarbeit, auf die ich bey ältern Erfahrungen in den meisten Fällen verweisen konnte. Indem ich mich blos auf dieses Werk bezog, wo ich sonst sehr weitläuftig hätte seyn müssen, verschaffte ich mir Raum zur ausführlichen Darstellung der neuern Erfahrungen. Von den letztern glaube ich keine erhebliche übergangen zu haben, als einige von denen, die erst in den drey verflossenen, unglücklichen Jahren, wo eine wahnsinnige Tyranney sogar jeden wissenschaftlichen Verkehr mit dem Auslande zum Verbrechen gemacht

hatte,

Digitized by Google

hatte, bekannt geworden sind. Zu diesen gehören freylich manche wichtige, z. B. Berzelius's neueste Arbeiten in der thierischen Chemie. Aber es ist einmal das Schicksal eines jeden Werks über Gegenstände der Erfahrung, Vollständigkeit nie ganz erreichen zu können, und was zu jeder andern Zeit nicht zu entschuldigen gewesen wäre, kann in der verflossenen auf Entschuldigung einigen Anspruch machen.

Der billige Leser wird übrigens Mängel dieser Schrift, die von der Beschaffenheit des Gegenstandes derselben herrühren, nicht dem Verfasser zur Last legen. Bey allem Philosophiren über die Natur als ein Ganzes läſst sich das Allgemeine nicht ohne das Besondere, und dieses nicht ohne jenes begreifen. Beydes ist von keinem endlichen Wesen ganz zu ergründen. Wer blos mit der Untersuchung einzelner Gegenstände der Natur sein Leben hindurch beschäftigt war, wird manches besser wissen müssen, als er es hier geschildert finden wird. Vielleicht aber wird er dafür manches Resultat hier

antreffen, auf welches die Betrachtung des Einzelnen allein nicht hätte führen können. Ich glaube indefs auch gethan zu haben, was in meinen Kräften stand, um allenthalben mit eigenen Augen zu sehen, und manches richtiger als meine Vorgänger beobachtet zu haben.

Bremen, im März 1814.

Inhalts-

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniſs.

Geschichte des physischen Lebens.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vierter

Zusätze.

Geschichte

Digitized by Google

Geschichte

des

physischen Lebens.

Fünftes Buch.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fünftes Buch.

Die Ernährung.

Erster Abschnitt.

Einleitung.

In allem Lebendigen ist ein beständiges Wirken und Gegenwirken der Reitze, von welchen jeder die Erregbarkeit in Beziehung auf sich herabstimmt, indem er sie für andere erhöhet a). Diese unaufhörlichen Veränderungen setzen einen Wechsel der Bestandtheile des lebenden Körpers voraus, wobey die Fortdauer desselben in einerley Form des Lebens nicht statt finden könnte, wenn er sich bey den Einflüssen der materiellen Welt blos leidend verhielte und nicht gegenseitig

a) Biologie. Bd. 3. S. 591.

Digitized by Google

tig auf diese einwirkte. Ohne ein solches Einwirken würde auch kein Wachsthum und keine Fortpflanzung des Geschlechts möglich seyn b). Der lebende Körper mufs sich ferner die Bedingungen seines Lebens bis auf einen gewissen Grad selber schaffen c), und auch dieses würde er nicht können, wenn er nicht die Aussenwelt zu verändern im Stande wäre. Alles Lebendige mufs also beständig formlose Materie aufnehmen, sich verähnlichen und aneignen. Diese Aufnahme, Verähnlichung und Aneignung ist die Ernährung im allgemeinern Sinn, die folglich den dreyfachen Zweck hat:

1) die Mischung des lebenden Organismus, die durch den Einflufs der äussern Welt beständig verändert wird, zu reproduciren;

2) den Stoff zum Wachsthum und zur Fortpflanzung des Geschlechts zu bilden; und

3) die äussern Bedingungen des Lebens so weit, als es die Beschränktheit des Lebens zuläfst, hervorzubringen.

In dem gegenwärtigen Buch, dessen Gegenstand die Ernährung ausmachen wird, werden wir also folgende Fragen zu beantworten haben: Welches sind die Hauptwirkungen der äussern Welt

b) Biologie. Bd. 5. S. 592.

c) Ebendas. S. 593.

Digitized by Google

Welt auf den lebenden Körper? Welche mechanische und chemische Actionen setzt derselbe jenen Einwirkungen entgegen? Wie entsteht bey diesen Wechselwirkungen die Materie des Lebendigen? Wie und in welchem Grade bringt der lebende Körper die Bedingungen seines Lebens sich selber hervor?

Wir dürfen uns nicht schmeicheln, alle Räthsel, worauf uns die Untersuchung dieser Fragen führen wird, lösen zu können. Was Urstoffe und was zusammengesetzte Materien sind? Welche Rolle das Licht und die Elektricität bey der Zersetzung und Zusammensetzung der Körper spielen? Diese und noch viele andere Dinge, die uns zu einer befriedigenden Beantwortung jener Fragen zu wissen nothwendig wären, wissen wir nicht. Es werden also nur Bruchstücke seyn, was wir liefern können. Bey unsern Untersuchungen werden wir übrigens ganz den Weg der Erfahrung gehen. Wir werden zuerst von der vegetabilischen und dann von der animalischen Ernährung handeln. Jede dieser Ernährungsarten verdient besonders in Betrachtung gezogen zu werden. Bey der erstern werden die aufgenommenen Stoffe in denselben Gefäſsen, wovon sie aufgenommen sind, verähnlicht; bey der letztern durchgehen sie in verschiedenen Organen verschiedene Grade der Assimilation. Die vegetabili-

Digitized by Google

tabilische Ernährung ist den Pflanzen und Phytozoen, die animalische den Thieren und Zoophyten eigen. Bey jenen besteht jedes einzelne Organ aus einerley Grundtheilen; bey diesen giebt es mehrere, in ihrer Zusammensetzung sehr verschiedene Organe, oder organische Systeme.

Zweyter

Digitized by Google

Zweyter Abschnitt.

Die vegetabilische Ernährung.

§. 1.

Ernährungsorgane der Vegetabilien.

Die Pflanze bildet aus den einfachsten Stoffen sehr zusammengesetzte und höchst mannichfaltige Produkte. Wasser und Luft sind für viele zur Ernährung allein hinreichend. Ihr äusserer Bau zeigt dabey wenig verschiedenartige Theile, und im Innern dieser Organe findet das unbewaffnete Auge fast allenthalben einerley Textur.

Es gab eine Zeit, wo man die Hoffnung hegte, aus mechanischen Principien die Geheimnisse des Pflanzenlebens erklären zu können. Der einfache Bau der Gewächse war dieser Hoffnung nicht günstig. Man überredete sich aber, daſs dieser nur scheinbar sey, und daſs das Vergröſserungsglas enthüllen würde, was das bloſse Auge nicht zu entdecken vermag, eine groſse Mannichfaltigkeit der innern Theile bey der gröſsten Feinheit derſelben. Man sahe, was man zu sehen wünschte, beschrieb eine Menge verschie-

Digitized by Google

dener Pflanzengefäſse, eignete diesen einen sehr zusammengesetzten Bau zu, und wies jeder Art eine eigene Funktion an, die meist von der Analogie thierischer Organe hergenommen war.

Als ich vor zwölf Jahren den ersten Theil meiner Biologie herausgab, war ich von dem Ungrund der meisten jener Lehren durch eigene Beobachtungen überzeugt. Indeſs reichten meine Untersuchungen nicht hin, jeden Irrthum meiner Vorgänger zu verbessern. Ich läugnete mit Recht das Vorhandenseyn der vielen, besonders von Hedwig angegebenen Pflanzengefäſse d); Sprengel's, Link's, Rudolphi's und meines Bruders Beobachtungen haben gezeigt, daſs hierin die Wahrheit auf meiner Seite war. Aber ich ging freylich zu weit, als ich alle Pflanzengefäſse ausser den Spiralgefäſsen verwarf. Ich nehme diese Behauptung jetzt zurück, und theile hier, als Grundlage zu den folgenden, die Ernährung der Pflanzen betreffenden Untersuchungen, die Resultate meiner neuern Beobachtungen über den innern Bau der Pflanzen so weit mit, als der Plan dieses Werks und der durch die Menge der abzuhandelnden Gegenstände beschränkte Raum gestatten.

Der Anfang jeder Pflanze und jedes neuen Theils derselben sind Bläschen, die unter einander

d) Biologie. Bd. 1. S. 427.

der keine Verbindung haben. In dieser Lehre, die ich schon im 3ten Bande der Biologie (S. 233.) vorgetragen habe, stimmen alle neuern Pflanzenphysiologen mit mir überein e).

Aber nicht alle Pflanzentheile entstehen aus diesen Bläschen. Eine solche Bildung habe ich nie behauptet. Man hat mir sehr Unrecht gethan, mir diese Lehre aufzubürden. Meine Meinung ist nur diese, dafs die Entstehung jener Bläschen der Bildung aller übrigen Theile vorhergeht f).

Jene

e) Vergl. K. Sprengel's Anleitung zur Kenntnifs der Gewächse. B. 1. S. 89. 98. — L. C. Treviranus vom inwendigen Bau der Gew. §. 1. — Dessen Beyträge zur Pflanzenphysiologie. S. 1. — Link's Nachträge zu den Grundlehren der Anat. u. Physiologie der Pflanzen. S. 3.

f) Im 3ten Bande der Biologie (S. 233.) habe ich mich wegen des Satzes, dafs der erste Anfang aller Organisation des Lebendigen ein Aggregat von Bläschen ist, die unter einander keine Verbindung haben, auf C. F. Wolff's Theoria generationis berufen. Herr J. J. P. Moldenhawer tadelt mich deshalb in seinen Beyträgen zur Anatomie der Pflanzen (S. 67.), und versichert: "in allen Stel„len der Wolffschen Schrift wäre auch nicht ein „Wort, welches darauf leitete, dafs alle organische „Elemente, alle Gefäfse aus einzelnen, für sich be„stehen-

Jene Bläschen sind in der ersten Zeit ihres Entstehens immer rund und immer durch Zwischenräume von einander getrennt. Bey ihrem Wachsthum rücken sie näher an einander, bekommen eine cylindrische oder eckige Gestalt, und bilden nun das vegetabilische Zellgewebe. Hierbey verdicken sich zugleich ihre Ränder, und erhalten das Ansehn einer Faser. In diesem Zustand erscheinen sie als regelmäſsige Körper, wovon die Seitenflächen aus durchsichtigen Häuten und die Seitenlinien aus einem undurchsichtigen Faden

„stehenden Bläschen entständen, welche unter sich „gar keine Verbindung haben." Aber man sehe doch unter andern die von mir angeführte 93ste Seite der zweyten Ausgabe des Werks von Wolff nach, und man wird hier folgende Worte finden: Partes constitutivae, ex quibus omnes corporis animalis partes in primis initiis componuntur, sunt globuli, mediocri microscopio cedentes semper. Daſs sich Wolff die Entstehung der Pflanzen und Thiere nicht aus einem Aneinanderreihen dieser Bläschen dachte, hat allerdings seine Richtigkeit. Aber wo habe ich Wolff diese Behauptung aufgebürdet? Und wo habe ich selber eine solche Meinung vertheidigt? Es sind zwey sehr verschiedene Dinge, zu sagen, daſs die ersten, in formloser Materie sich erzeugenden Gestalten Bläschen sind, und zu behaupten, daſs diese Bläschen sich an einander fügen, um Gefäſse, Nerven u. s. w. zu bilden.

Digitized by Google

Faden bestehen. J. J. P. MOLDENHAWER g) hat diese verdickten Ränder der Zellen für einen eigenen Pflanzentheil angenommen, und ihn das Zellgewebe genannt, das aber, was wir unter Zellgewebe verstehen, mit dem Namen der zellichten Substanz belegt. Ich kann ihm hierin nicht beystimmen. Jene Seitenlinien der Zellen haben ganz die Beschaffenheit der Häute dieser Theile; sie sind starr, wo diese starr, und weich, wo diese weich sind. Das Letztere ist z. B. der Fall bey mehrern Agaven und andern fleischigen Gewächsen, wo sie wie schleimige Fäden erscheinen.

In allem jüngern Zellgewebe, dessen Bläschen noch nicht an einander gedrängt sind, giebt es Zwischenräume zwischen den letztern. In älterm Zellgewebe verlieren sich diese an manchen Stellen ganz; an andern bleiben sie übrig, und nehmen zum Theil noch an Weite zu. Diese Zwischenräume sind die Intercellulargänge, von welchen einige Pflanzenphysiologen angenommen haben, dafs sie zusammenhängende, durch das Zellgewebe der ganzen Pflanze fortgehende Canäle bilden. Das Letztere ist eine Meinung, womit Beobachtungen an frischen Pflanzen nicht ganz übereinstimmen. An manchen Stellen liegen die Zellen so dicht an einander,

g) Beytr. zur Anat. der Pfl. S. 117.

Digitized by Google

ander, dafs sich gar keine Zwischenräume wahrnehmen lassen. Inzwischen ist es wahr, dafs die Zellen ein Vermögen besitzen, sich bald mehr zusammenzuziehen, bald mehr auszudehnen, und dafs im zusammengezogenen Zustand derselben Intercellulargänge entstehen können, wo sonst keine vorhanden sind.

Es findet unläugbar ein Uebergang aus den Zellen in die Intercellulargänge, und aus diesen in jene statt, da gefärbte Flüssigkeiten, die von abgeschnittenen Pflanzentheilen eingesogen sind, sich von Zelle zu Zelle verbreiten. Es giebt aber zuverlässig keine Oeffnungen in den Wänden der Zellen. Schon Rudolphi h) und Link i) haben dies bemerkt, und meine Beobachtungen stimmen mit den ihrigen ganz überein. Moldenhawer k) fand zwar an den Wänden der innern Zellen in Blattstielen der Cycas revoluta und im Mark des gemeinen Hollunders Stellen, die er für wahre Poren annehmen zu müssen glaubt. Aber es ist bey mikroskopischen Untersuchungen nichts leichter, als sich in Betreff der Gegenwart von Poren zu täuschen. Ich fand an einem Stück Hollundermark an einigen, neben einander liegenden

h) Anatomie der Pflanzen. S. 35.

i) A. a. O. H. 2. S. 8.

k) A. a. O. S. 111 ff.

Digitized by Google

genden Zellen ovale Stellen, die das Ansehn von Oeffnungen hatten, bey näherer Untersuchung aber blos Vertiefungen waren.

Beym Entstehen des Zellgewebes zeigt sich zugleich eine Oberhaut, welche die ganze Masse der Bläschen einschliefst. Späterhin, nachdem die Bläschen schon eine bestimmte Form angenommen haben, erscheinen zwischen denselben Fasern und endlich grofse Gefäfse.

Die Oberhaut der Pflanzen ist eine eigene Membran, die sich durch gröfsere Dicke und stärkern Zusammenhang von den Häuten der innern Pflanzentheile unterscheidet. In derselben giebt es ein Netz von Gefäfsen, die ich die Gefäfse der Oberhaut nennen werde. Sie sind enge, auf der untern Fläche der Epidermis hervorragende, in gleicher Weite und ununterbrochen fortgehende, häufige und regelmäfsige Anastomosen bildende Canäle. Hedwig 1) hat sie zuerst als eigene Gefäfse beschrieben. In neuern Zeiten hat man sie verworfen, und sie für die Ränder der unmittelbar unter der Oberhaut liegenden, mit dieser verwachsenen Zellen angenommen. Nach meinen Beobachtungen mufs ich sie aber mit Hedwig für Gefäfse halten. Die unmit-

1) Samml. zerstreuter Abhandl. u. Beobachtungen. Th. 1. S. 116.

Digitized by Google

unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen sind immer viel kleiner, und haben eine ganz andere Gestalt als die Maschen des Netzwerks der Epidermis. Ich habe auch nie eine Spur von abgerissenen Häuten an den netzförmigen Streifen der Oberhaut bemerken können. RUDOLPHI m), der behauptet, das unter der Oberhaut liegende Zellgewebe zeige immer dasselbe Netz, wie die Epidermis, hat wahrscheinlich diese Meinung aus Beobachtungen an Aloen und andern fleischigen Gewächsen gezogen, bey welchen sehr leicht eine Täuschung möglich ist. Hier sind die Adern des Netzes der Epidermis sehr dick und fasrig, so daſs man mit einem feinen und scharfen Messer eine obere Lage davon wegnehmen kann. Auf dieser sieht man denn dieselben Maschen, wie auf der untern. Aber man sieht dann auch, daſs nur eine einfache Haut zwischen den Adern ausgespannt ist, und daſs die darunter liegenden Zellen rundlich, die Figuren des Netzwerks hingegen eckig und weit gröſser sind. Daſs übrigens die Adern der Oberhaut wirkliche Canäle sind, habe ich unter andern sehr deutlich bey der Aloe verrucosa AIT. gesehen. Wenn ich ein Stück der Oberhaut dieser Pflanze, nachdem sie eine Zeitlang der Sonne ausgesetzt gewesen war, unter Wasser schabte, so drangen allenthalben am Rande des Stücks

m) A. a. O. S. 57.

Stücks aus den Oeffnungen jener Adern Luftblasen hervor.

In den Zwischenräumen der Oberhaut grüner Pflanzentheile, besonders der Blätter, findet man bey den meisten Pflanzen kreisförmige, oder länglichrunde Stellen, in welchen die Gefäfse der Oberhaut häufig zusammenlaufen, und die in der Mitte eine, mit einer dunkeln Einfassung umgebene Spalte zu haben scheinen. Dies sind die Spaltöffnungen oder Poren der Oberhaut. MOLDENHAWER n) hat das Verdienst, die Struktur dieser Theile an einigen Pflanzen näher bestimmt und manche irrige Vorstellungen seiner Vorgänger in Betreff derselben berichtigt zu haben. Nach seinen Beobachtungen werden die Spaltöffnungen von eignen Zellen gebildet, die sich durch die Beschaffenheit ihrer Haut, ihre Form und die Farbe des in ihnen befindlichen Safts von den übrigen Zellen unterscheiden und so zusammengefügt sind, dafs sie oben und unten an einander schliessen, in der Mitte aber von einander abstehen. Die zwischen ihnen befindliche Oeffnung führt zu einer verhältnifsmäfsig grofsen Höhle, welche mit den Intercellulargängen des Blatts Gemeinschaft hat. Meine Beobachtungen stimmen mit diesen in so fern überein, dafs die Oeffnungen der Poren blos Zwischenräume zwischen Zellen von einer eigenen Struktur

n) A. a. O. S. 92 ff.

Digitized by Google

tur sind. Doch scheinen mir bedeutende Abweichungen bey verschiedenen Pflanzen in der Bildung dieser Organe statt zu finden. So ist bey der Hyacinthe die untere Fläche der Poren von einer gewölbten Haut bedeckt, woran ich keine Spur von einer Oeffnung bemerken kann. Auf dieser Haut liegen zu beyden Seiten zwey längliche, undurchsichtige Theile, die bald an einander schliessen, bald zwischen sich einen Zwischenraum haben, der dann das Ansehn einer Spalte hat. Die beyden undurchsichtigen Theile sind von zwey gröſsern, halbmondförmigen Zellen eingeschlossen, die durchsichtig sind, und wie aus mehrern kleinern Zellen zusammengesetzt aussehen. Bey der Aloe verrucosa Ait. finde ich in dem Mittelpunkt jeder Masche des Gefäſsnetzes der Oberhaut eine runde, durchsichtige Vertiefung, die zuweilen in der Mitte eine Oeffnung zu haben scheint. Ausserdem aber giebt es auf der Oberhaut dieser Aloe hin und wieder noch andere runde Vertiefungen, die mit einem bräunlichen, undurchsichtigen Kreise umgeben sind, und in der Mitte eine deutliche Oeffnung haben, in welcher die Adern des Netzes der Oberhaut zusammenlaufen. Ich gestehe, daſs mir noch vieles an diesen Organen räthselhaft ist. Einige andere Bemerkungen über dieselben werden unten, wo von ihrer Funktion die Rede seyn wird, vorkommen.

In

Digitized by Google

In Pflanzentheilen, worin die Bläschen noch nicht an einander gereihet und noch nicht von eckiger Form sind, zeigen sich zwischen diesen noch keine andere ungleichartige Organe. Sobald sich aber die Bläschen auf eine bestimmte Art mit einander verbunden haben, finden sich im Innern jener Pflanzentheile **Fasern**, die bündelweise neben einander liegen. Unter stärkern Vergröſserungen erscheinen diese Theile als cylindrische, gewöhnlich an beyden Enden zugespitzte, bald längere, bald kürzere, durchsichtige Canäle. Selten gehen sie in gerader Richtung fort; gewöhnlich sind sie unter einander verschlungen. Bey vielen Pflanzen haben sie in längern Zwischenräumen schiefe Queerstriche; bey andern, z. B. den Linden, findet man zuweilen auf den Wänden derselben undurchsichtige Punkte. Diese Bildungen scheinen aber nichts Wesentliches zu seyn. Die Queerstriche haben zwar das Ansehn von Scheidewänden. Allein bey mehrern Pflanzen, z. B. beym Pinus Larix und Spartium scoparium, sieht man keine Spur derselben. Bey jenem erscheinen die Fasern als cylindrische, gerade, sehr lange, nirgends unterbrochene Canäle, die eben so weit wie die groſsen Gefäſse sind. Ich glaube daher, daſs man auch bey andern Gewächsen an den Stellen, wo die Fasern Queerstriche haben, keine Unterbrechung des Canals der Fasern anzunehmen berechtigt ist.

Unläugbar führen diese Fasern Flüssigkeiten und verdienen den Namen von Gefäfsen. Dafs sie inwendig hohl sind, kann man in den ersten Monaten des Jahrs an jedem Zweig von Weiden, Pappeln, Linden, Hollunder u. s. w. sehen. Man findet um diese Zeit im Innern der Fasern, besonders derer, die in der Nähe des Marks liegen, Luftblasen, welche die cylindrische Gestalt des Canals derselben haben o). In jüngern Pflanzentheilen sind sie immer weich, feucht und schleimig. In älterm Holze verdicken sich ihre Wände, und ihre innere Höhlung wird immer enger. Ganz scheint sich diese aber nicht zu verlieren, so lange die Vegetation in dem Holze fortdauert p). Ich glaube daher, dafs die Fasern saftführende Röhren sind, und werde sie künftig Faserngefäfse, oder auch, da sie im Bast vorzüglich ausgebildet sind, Bastgefäfse nennen. In einigen Pflanzen scheinen mir die Canäle derselben durch Anastomosen mit einander Gemeinschaft zu haben. Ich wage aber nicht zu behaupten, dafs diese Struktur allgemein ist.

Diese

o) Weidenfasern, die solche Luftblasen enthalten, hat mein Bruder (L. C. Treviranus vom inw. Bau der Gew. T. I. fig. 7.) abgebildet.

p) L. C. Treviranus a. a. O. S. 20. J. J. P. Moldenhawer a. a. O. S. 13. 58.

Digitized by Google

Diese Gefäfse sind vom Zellgewebe verschieden. Sie entstehen nicht, wie sich einige Schriftsteller vorgestellt haben, aus langen und engen, cylindrischen Zellen. Man findet sie auch in den Lichenen, die doch kein eigentliches Zellgewebe besitzen. Doch sind sie bey einigen Pflanzen, z. B. bey der Cucurbita ovifera, (in deren Stamm die Zellen so lang und schmal sind, dafs man zweifelhaft wird, ob man sie für Fasern, oder für Zellgewebe halten soll) mit dem Zellgewebe, so wie bey den Nadelhölzern mit den grofsen Gefäfsen, nahe verwandt. Die ersten Anfänge der Fasern scheinen mir bey mehrern Gewächsen Bündel von stabförmigen Körpern zu seyn, die in den Zwischenräumen des Zellgewebes liegen. Sprengel und Link haben diese Körper, die sie prismatische Körper nennen, ebenfalls schon bemerkt, sie aber für Crystallisationen gewisser Bestandtheile des Pflanzensafts gehalten. Link q) fand sie vorzüglich häufig in der Wurzel der Oenothera biennis. Ich glaube bey einigen Arten der Crassula, wo sie zwischen dem Zellgewebe des Stamms in Bündeln, zum Theil um die grofsen Gefäfse lagen, einen deutlichen Uebergang derselben zu den Fasergefäfsen gesehen zu haben.

Zwi-

q) Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pflanzen. S. 97. Fig. 33.

Zwischen den Bündeln der Fasergefäſse liegen in mehrern Pflanzentheilen, besonders im Holze, die grofsen Gefäſse, lange, cylindrische, meist in gerader Richtung aufsteigende Canäle, die gewöhnlich weiter als die Fasergefäſse sind, und sich vorzüglich durch einen, oder mehrere, ihrer Haut eingewebte Dräthe auszeichnen. Diese Dräthe laufen entweder spiralförmig um das Gefäſs; oder sie bilden Ringe, die in kurzen Zwischenräumen parallel über einander liegen. Jene Struktur ist den Spiralgefäſsen, diese den Ringgefäſsen eigen. Von den letztern sind die Treppengänge eine bloſse Modifikation, welche daher rührt, daſs jeder Ring mit dem nächstfolgenden an einigen Stellen verbunden ist r). Bey einer dritten Art von groſsen Gefäſsen giebt es zarte Fäden, die in ziemlich weiten Entfernungen der Queere nach und etwas schief in der Haut der Röhre liegen, und diese in Absätze theilen; zugleich aber sind die Wände mit spiralförmigen Reihen undurchsichtiger Punkte besetzt. Dies sind die punktirten oder porösen Gefäſse.

Ueber die Beschaffenheit der Punkte dieser punktirten Gefäſse ist viel gestritten worden. Man hat sie für Löcher, für Vertiefungen und für Körner gehalten. Moldenhawer s) glaubt gefun-

r) Vergl. J. J. P. Moldenhawer a. a. O. S. 254.

s) A. a. O. 264 ff.

gefunden zu haben, dafs die punktirten Gefäfse wirkliche Spiralgefäfse sind, deren punktirtes Ansehn daher rührt, dafs von einer Windung der Spirallinien zur andern längslaufende Fäden gehen, wodurch Zwischenräume entstehen, die desto rundlicher erscheinen, je weniger stark die Vergröfserung ist, und sich zuletzt bey schwachen Vergröfserungen als Punkte darstellen. Ich kann hierin Moldenhawer'n nicht geradezu widersprechen. Doch ist es mir nicht wahrscheinlich, dafs die von ihm angegebene Struktur, die vorzüglich von Beobachtungen an der Mayspflanze hergenommen ist, bey allen punktirten Gefäfsen statt findet t). Sie sind unter den grofsen Gefäfsen

t) An einer andern Stelle seiner Beyträge (S. 279 ff.) nennt Moldenhawer noch eine zweyte Ursache, die den grofsen Gefäfsen zuweilen das Ansehn poröser Röhren giebt. "Die Spiralgefäfse der Linde", sagt er, "zeigen sich da, wo sie an andern anlie„gen, so weit sie dieselben berühren, als poröse „Röhren; da aber, wo sie von zellichter Substanz „umgeben sind, sind sie Treppengänge. Betrachtet „man nehmlich ein Gefäfs, welches an der einen „Seite von einem andern Spiralgefäfs, an der an„dern von zellichten Schläuchen gedeckt war, und „zwar so, dafs es mit derjenigen Seite, welche als „ein Treppengang gebildet ist, dem Beobachter „zugekehrt ist, so wird das netzförmige Gewebe „der

fäfsen am nächsten mit den Fasergefäfsen verwandt, auf deren Wänden man auch zuweilen undurchsichtige Punkte wahrnimmt, die eine spiralförmige Stellung haben. Diese rühren aber gewifs nicht von einer solchen Struktur her, wie Moldenhawer an den punktirten Gefäfsen der Mayspflanze antraf.

Die grofsen Gefäfse sind immer von Fasergefäfsen und cylindrischen, in longitudinale Reihen geordneten Zellen umgeben, und endigen sich zwischen diesen in kegelförmige Spitzen. Oeffnungen habe ich so wenig an ihnen, als an den Schläuchen des Zellgewebes und den Fasergefäfsen, jemals gefunden. Sie sind nicht ästig, wohl aber anastomosiren sie in den Knoten der Gräser und überhaupt an solchen Stellen mit einander, wo die Vegetation eine andere Richtung annimmt v). Sie verwandeln sich nicht in einander,

„der abgekehrten Seite durch die Spalten der zu„gekehrten durchschimmern, und man wird die „durch feine Fäden abgesonderten dunkeln Punkte „in den Spalten der obern, umgekehrten Wand der „Röhre dunkeln Körnern ähnlich wahrzunehmen „glauben, kurz man wird ein punktirtes Gefäfs „haben." Diese Täuschung kann vielleicht statt finden. Aber ich glaube bey allem dem, dafs es punktirte Gefäfse giebt, deren Punkte weder von dieser, noch von der obigen Ursache herrühren.

v) Vergl. Rudolphi's Anat. der Pfl. §. 136. Moldenhawer a. a. O. S. 294 ff.

ander, sondern jede Art bleibt unverändert in ihrem ursprünglichen Zustande w). Wenn Link x) gefunden zu haben glaubt, dafs die Spiral- und Ringgefäfse diejenigen wären, die sich zuerst bildeten, und dafs sich nach ihnen erst Treppengänge und dann punktirte Gefäfse zeigten, so läfst sich gegen diese Beobachtung erinnern, dafs die punktirten Gefäfse in ihren ersten Anfängen gar nicht, oder doch sehr schwer zu erkennen sind. Ich glaube aber auch, in ganz jungen Pflanzen des Helianthus annuus Ringgefäfse und punktirte Gefäfse gesehen zu haben.

Die bisher erwähnten Theile sind allen vollkommenen Pflanzen, mit Ausnahme einiger Najaden, eigen. Es giebt aber auch eigene Gefäfse, die nur gewissen Pflanzen zukommen. Man hat diese geläugnet, und sie für blofse Höhlungen des Zellgewebes angenommen. Bey vielen Gewächsen ist allerdings blos in solchen Zwischenräumen ein eigener Saft enthalten. In einigen sind es auch senkrechte Reihen cylindrischer Zellen, die eine besondere Flüssigkeit führen. Dies ist z. B. der Fall bey der Tagetes erecta. An ganz jungen Pflanzen dieses Gewächses,

w) Moldenhawer a. a. O. S. 238. 242.

x) Nachträge zu den Grundlehren der Anat. und Physiol. der Pfl. H. 2. S. 21.

Digitized by Google

ses, woran die ersten Blätter zwischen den Cotyledonen erscheinen, giebt es in der Mitte jedes der Gefäfsbündel, welche rings um die Axe des Stengels liegen, ein eigenes Gefäfs, das oft einen rothen Saft enthält, oft auch farbenlos und nicht zu unterscheiden ist, und aus einer Reihe cylindrischer Zellen besteht. Mehrere Gewächse besitzen aber auch eigene, röhrenförmige Behälter, worin ein ausgezeichneter Saft abgeschieden und aufbewahrt wird. Solche findet man z. B. im Rhus typhinum. Sie erscheinen, wenn man im Februar, wo der Saft noch dick und zähe ist, die grüne Rinde abgezogen hat, schon dem blofsen Auge als gerade, senkrechte, in regelmäfsigen Entfernungen zwischen den Bastfasern liegende, mit einem weissen Saft angefüllte Canäle. Sie steigen ausserdem vertikal zwischen dem Marke herab. Der Saft, den sie führen, ist blos in ihnen, und nicht in den übrigen Pflanzentheilen enthalten. Er dringt, wenn man sie verwundet, mit Lebhaftigkeit aus ihnen hervor. Mit den umliegenden Bastfasern hängen sie so locker zusammen, dafs man sie leicht davon absondern kann. Ihre Haut besteht aus sehr feinen, in vertikalen Reihen liegenden Zellen y), und ist von den übrigen Membranen der Pflanze sehr verschieden. Erwägt man

y) Vergl. L. C. Treviranus Beytr. zur Pflanzenphysiol. S. 50. Tab. IV. fig. 36.

Digitized by Google

man diese Umstände, so sehe ich nicht ein, wie man läugnen kann, dafs diese Gefäfse eine eigene und sehr ausgezeichnete Classe ausmachen. Wahr ist es freylich, dafs sie fast bey jeder Pflanze, wo sie sich finden, auf eine besondere Art modificirt sind, und dafs sich schwerlich ein allgemeiner Charakter derselben angeben läfst z). Aber bis die verschiedenen Arten derselben näher bestimmt sind, können wir immer den Namen der eigenen Gefäfse für sie beybehalten.

In einigen Pflanzen giebt es regelmäfsige Höhlungen, die blos mit Luft angefüllt sind. Gewöhnlich sind diese Luftbehälter cylindrische Canäle, die im Stamm von der Wurzel zum Gipfel gerade heraufsteigen, und in den Gelenken der Pflanzen durch Scheidewände unterbrochen sind. Sie entstehen immer erst in einem gewissen Alter der Pflanze. Ob sie dann blos Folge des Wachsthums sind, oder ob die in ihnen enthaltene Luft mit der Ernährung des Gewächses in einer gewissen Beziehung steht, scheint mir noch zweifelhaft zu seyn. Doch glaube ich, dafs bey vielen Pflanzen Moldenhawer's Meinung

z) Die Charaktere, die Link (Nachträge zu den Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pfl. II. 2. S. 31.) von ihnen angiebt, passen schon nicht auf die eigenen Gefäfse des Rhus typhinum.

Digitized by Google

nung a) richtig ist, nach welcher die Luftbehälter ursprünglich Zellgewebe enthalten, das nur bis zu einer gewissen Periode mit dem übrigen Organismus in Wechselwirkung steht, nach dieser Periode aber verschwindet.

In der Art, wie das Zellgewebe, die Fasern und die grofsen Gefäfse im Pflanzenkörper vertheilt und unter einander verbunden sind, finden bey mancher Gleichförmigkeit doch auch mehrere Verschiedenheiten in den verschiedenen Classen und Familien des Gewächsreiches statt. Gemeinschaftliche Charaktere der Pflanzen in Betreff jener Vertheilung sind: dafs unmittelbar unter der Oberhaut immer Zellgewebe liegt, und dafs nach diesem erst Fasern und grofse Gefäfse folgen; dafs die Bildung des Zellgewebes sich desto mehr der ursprünglichen, blasenförmigen nähert, je näher es der Oberhaut ist; dafs die grofsen Gefäfse immer von Fasern und einem cylindrischen, in vertikalen Reihen geordneten Zellgewebe umgeben sind, und dafs sie mit diesen Theilen Bündel bilden, die in dem Stamm, der Wurzel und den Aesten der Länge nach herabsteigen. Eine Hauptverschiedenheit findet im innern Bau zwischen den Monocotyledonen und Dicotyledonen statt. Bey jenen laufen die Bündel von grofsen Gefäfsen und Fasern

a) A. a. O. S. 167. 170.

Digitized by Google

Fasern einzeln im Stamm zwischen dem Zellgewebe herab, und es giebt in der Mitte des Stamms kein saftleeres Zellgewebe oder Mark; bey diesen liegen die Gefäſsbündel im Stamm an einander gedrängt, und bilden concentrische Kreise um einen Cylinder von Mark. Desfontaines war der Erste, der diesen Satz als allgemein aufstellte b). Rudolphi, Link und L. C. Treviranus haben nach ihm gezeigt, daſs, wie allenthalben in der Natur, so auch in Betreff jener Verschiedenheit Uebergänge und Ausnahmen gefunden werden. Im Allgemeinen findet indeſs jener Unterschied allerdings statt.

Bey den Dicotyledonen macht das unter der Oberhaut liegende Zellgewebe des Stamms und der Aeste die Rinde aus. Sie besteht immer aus mehrern Schichten, die bey einigen Pflanzen stärker, bey andern schwächer unter einander zusammenhängen. Auf die Rinde folgt der Bast, eine Schicht von Fasergefäſsen, die mit langen, in vertikalen Reihen geordneten Zellen durchflochten sind. Der Bast schlieſst den Holzkörper ein, der aus ähnlichen, aber weniger saftreichen Fasern und Schläuchen, und aus groſsen Gefäſsen besteht. Bey einem Queerdurchschnitt zeigt dieser netzförmige, concentrische Schichten, die von aussen nach innen an Dichtigkeit

b) Vergl. Biologie. Bd. 1. S. 434.

Digitized by Google

tigkeit zunehmen, und mit den Jahren des Baums an Zahl übereinkommen. Die äussern Schichten enthalten vorzüglich punktirte Gefäſse und Treppengänge; in der innersten findet man mehr Spiralgefäſse. Die innerste Schicht schlieſst das Mark ein, ein Gewebe, welches aus groſsen, eckigen Zellen besteht, welche in frühern Zeiten Flüssigkeiten führen, in der Folge aber diese verlieren, doch niemals ganz austrocknen. Von diesem Mark gehen nach allen Seiten zwischen den Gefäſsbündeln bis zur Rinde horizontale, strahlenförmige Fortsätze des Zellgewebes, von Grew Insertionen des Parenchyma der Rinde in den Holzkörper genannt. Sie sind wie das Mark nur in frühern Zeiten saftreich; hingegen mit dem Alter ziehen sie sich immer mehr zusammen, und erscheinen endlich, unter dem Vergröſserungsglase von der Seite angesehen, nur noch als dünne Queerlinien.

Das Mark ist derjenige Theil des Pflanzenkörpers, der am frühesten die Gränze seines Wachsthums erreicht. In ganz jungen Pflanzen aber ist dasselbe noch nicht vorhanden. Untersucht man den Keim einer Sonnenblume (Helianthus annuus), woran sich die Cotyledonen noch nicht entfaltet haben, so findet man in der Axe des Keims einen, aus Fasergefäſsen bestehenden Cylinder, und zwischen diesem und der

Digitized by Google

Rinde vertikale Reihen länglicher Zellen. Untersucht man ihn später, wenn die ersten Blätter zwischen den Cotyledonen sich zu zeigen anfangen, so findet man unter der Rinde die länglichen Zellen wieder, unter diesen aber mehrere vertikale Bündel von grofsen Gefäfsen und Bastfasern, und zwischen diesen Bündeln in der Axe des Stamms ein grofszelliges Gewebe, welches mit einem farbenlosen Saft angefüllt, sonst aber dem Zellgewebe des künftigen Marks ganz ähnlich ist. Der bey jüngern Pflanzen in der Mitte des Stamms liegende Cylinder von Fasern theilt sich also bey zunehmendem Wachsthum in mehrere Bündel; diese weichen aus einander; es erzeugen sich in ihnen grofse Gefäfse, und in dem Raum, den sie einschliefsen, bildet sich das Zellgewebe des Markkörpers. Bey jüngern Pflanzen geht also das Wachsthum nicht nur im Umfange, sondern auch in der Mitte des Stamms vor sich. Der Markcylinder scheint zwar, wenn er einmal ausgebildet ist, nicht weiter an Dicke zuzunehmen. Aber zwischen ihm und dem Holzkörper dauert der Ansatz neuer Theile fort. Lindenzweige, im ersten Frühjahr untersucht, zeigen um das Mark eine Schicht von saftreichen Fasern und grünem Zellgewebe, die offenbar von neuer Entstehung ist, und sich ohne Zweifel nachher in Holz verwandelt.

§. 2.

§. 2.

Funktionen der äussern vegetabilischen Ernährungsorgane.

Die bisherigen Bemerkungen werden als Einleitung zu den folgenden Untersuchungen hinreichend seyn. Wir werden jetzt zuerst sehen, wie die Nahrungsstoffe der Pflanzen auf das Aeussere derselben wirken, und wie dieses wieder auf sie zurückwirkt. Folgende Sätze sind in Beziehung auf diese Punkte unmittelbare Resultate der Erfahrung.

1. Die Hauptorgane der vegetabilischen Ernährung sind die Wurzel und die Blätter. Beyde saugen Feuchtigkeiten ein, und zwar die Blätter im Allgemeinen mit der untern Fläche.

Die Ernährung der Pflanzen durch die Wurzel bedarf keines Beweises. Die übrigen Punkte dieses Satzes ergeben sich aus den Versuchen Bonnet's. Dieser legte zwey gleich grosse Blätter von einerley Pflanze, das eine mit der obern, das andere mit der untern Fläche auf Gläser voll Wasser, und beobachtete die Zeit ihres Absterbens. Unter vierzehn Arten von Kräutern lebten die Blätter von acht Arten ohngefähr gleich lange, sie mochten das Wasser durch die obere oder untere Seite einziehen. Von sechs andern Arten schien die obere Fläche geschickter zur Einsaugung als die untere zu seyn. Unter sechs-

zehn

zehn Arten von Bäumen und Sträuchern waren nur zwey, deren Blätter mit der obern Seite eben so gut als mit der untern die Nässe eingesogen. Bey den übrigen Arten wurde die obere Fläche von der untern in der Einsaugung merklich übertroffen. Blätter des weissen Maulbeerbaums, die das Wasser durch die untere Fläche aufnahmen, lebten fast ganze sechs Monate, indem andere, die mit der obern Fläche auf dem Wasser lagen, schon am fünften Tage welk wurden c). Bey den Kräutern geschieht also die Einsaugung der Feuchtigkeit sowohl durch die obere, als durch die untere, bey den holzartigen Gewächsen mehr durch die untere Fläche der Blätter. Man sieht hieraus, warum die Blätter an den Pflanzen so vertheilt sind, dafs jedes untere von dem nächst höhern nicht bedeckt wird d).

2. Der Einsaugung entspricht eine Ausdünstung, die vorzüglich durch die Blätter, und zwar zur Tageszeit geschieht.

Nach

c) Bonnet's Untersuchungen über den Nutzen der Blätter bey den Pflanzen. Uebers. von Arnold. Abth. 1. §. 4—6.

d) Biologie. Bd. 1. S. 170 ff.

Digitized by Google

Nach Versuchen von HALES e), DUHAMEL f) und ST. MARTIN g) ist diese Ausdünstung sehr beträchtlich. HALES fand, daſs binnen zwölf Tagesstunden eine viertehalb Fuſs hohe Sonnenblume im Durchschnitt 16 Unzen, ein mittelmäſsiger Kohlkopf 3 Unzen, ein Weinstock 5 Unzen 240 Gran, ein Apfelbaum 9 Unzen, und ein Citronenbaum 6 Unzen ausdünstete. SCHRANK h) hat zwar richtig bemerkt, daſs die meisten dieser Versuche die Menge der verdünsteten Materie zu groſs angeben. Aber auch nach einem beträchtlichen Abzug bleibt diese noch groſs genug.

Daſs die Ausdünstung vorzüglich durch die Blätter, und zwar während des Tages, geschieht, ergiebt sich aus einem andern Versuch von HALES, wobey dieser einem von zwey Aesten eines Apfel-, Birn-, Kirsch und Aprikosenbaums, die 3 bis 6 Fuſs lang waren, seine Blätter nahm, und dann beyde in Gläser mit einer abgewogenen Menge Wasser setzte. Die Aeste, denen die Blätter gelassen waren, zogen 15 bis 30 Unzen Wasser

e) Statik der Gewächse. Erf. 1—5.

f) Physique des arbres. T. I. p. 135.

g) VOIGT's Magazin f. d. Neueste aus d. Physik etc. B. 7. St. 2. S. 18.

h) Briefe naturhist. physikal. u. ökonom. Inhalts an NAU. S. 146.

Digitized by Google

ser binnen 12 Tagesstunden ein, und waren des Abends leichter als des Morgens. Die entblätterten Aeste hingegen nahmen nicht mehr als Eine Unze auf, und waren des Abends schwerer als des Morgens i).

Hales beobachtete auch, dafs eine Musa und eine Aloe von fünf Uhr Morgens bis Mittag mehr, als von Mittag bis Abends sechs Uhr ausdünsteten, und dafs sie in der Nacht nicht nur viel weniger an Gewicht als am Tage verloren, sondern zuweilen an Gewicht zunahmen k).

Von dem Einflufs des Lichts auf die Ausdünstung der Pflanzen überhaupt kann man sich auf eine einfache Art überzeugen, wenn man von zwey mit Glasglocken bedeckten Topfpflanzen die eine in ein helles, die andere in ein finsteres Zimmer setzt. Die Glocke des erstern Topfs wird man immer mit Wassertropfen bedeckt, die letztere hingegen trocken finden.

Nach Knight's Erfahrungen ist es vorzüglich die untere Fläche der Blätter, wodurch die Ausdünstung, wie nach Bonnet's Versuchen die Einsaugung, geschieht. Jener legte an Blättern von verschiedenen Pflanzen bey einigen auf die untere,

i) Hales a. a. O. S. 17. Erf. 7.

k) Ebendas. S. 13—15.

untere, bey andern auf die obere Fläche eine Glasplatte. Die auf der untern Fläche liegende Platte war immer nach einiger Zeit mit Thau bedeckt; hingegen zeigte sich auf der, welche mit der obern Fläche in Berührung gewesen war, keine Feuchtigkeit 1).

3. Was die Pflanzen einsaugen und was sie ausdünsten, sind sowohl gasförmige, als wässrige Materien. Luft wird vorzüglich durch die Blätter eingesogen und ausgehaucht. Die Aufnahme derselben geschieht in der Dunkelheit, die Ausleerung aber beym Einfluſs des Sonnenlichts.

Die Pflanze saugt Wasser durch die Wurzel ein, wie die tägliche Erfahrung zeigt. Auch von den Blättern wird Wasser sowohl aufgenommen, als ausgeleert, wie unter andern die obigen Erfahrungen Bonnet's und Knight's beweisen. Daſs die Blätter auch gasförmige Stoffe aufnehmen, sieht man, wenn man einen mit Blättern versehenen Zweig unter einen Recipienten mit atmosphärischer Luft bringt. Während des Nachts vermindert sich dann das Volumen der eingeschlossenen Luft; hingegen des Tages, beym Einfluſs des Sonnenlichts, nimmt dieses wieder zu

1) Philos. Transact. 1803. P. 2. p. 277.

Digitized by Google

zu m). Dieses Einsaugen gasförmiger Stoffe scheint aber bey manchen Pflanzen nur in feuchter Luft von statten zu gehen. Link n) versichert gefunden zu haben, daſs gesunde Zweige von Maurandia semperflorens, Jasminum fruticans und Cactus curassavicus, in ein völlig trocknes, mit Quecksilber gesperrtes Glas gebogen, nicht die geringste Veränderung in dem Volumen der Luft, weder des Nachts, noch am Tage, hervorbrachten. Ueberhaupt wird das Athmen der Pflanzen durch Feuchtigkeit befördert. Setzt man frische Pflanzenblätter unter Wasser dem Sonnenlichte aus, so bedecken sich die Blätter augenblicklich mit Luftblasen, und diese Einsaugung wird gegen Abend geringer und hört mit Sonnenuntergang ganz auf. Einige Gewächse, z. B. der Weinstock, die Linde und der Nuſsbaum, geben viele, andere, z. B. der Epheu, nur wenig Luftblasen. Manche, z. B. die Kartoffelnblätter, fangen sehr früh des Morgens an auszuhauchen, und hören sehr spät des Abends mit dieser Ausleerung auf; andere, z. B. die Kirschlorbeerblätter, fangen sehr spät an und hören bald wieder auf. Die meisten Baumblätter bilden

m) Th. von Saussure's chemische Untersuchungen über die Vegetation. Uebers. von Voigt. S. 54. 66. 73 ff.

n) Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pfl. S. 283.

bilden ihre Luftblasen zuerst auf der untern, die Kirschlorbeerblätter zuerst auf der obern Fläche; bey noch andern, z. B. den Malvenblättern, entstehen die Luftblasen auf beyden Seiten zu gleicher Zeit o). Vergleicht man diese Erfahrungen mit den obigen Resultaten der Versuche von Bonnet und Knight, so wird man finden, dafs sich die Blätter bey der Bildung der Luftblasen auf ähnliche Art wie bey der Einsaugung des Wassers verhalten, und dafs ihre einsaugende und ausdünstende Fläche zugleich diejenige ist, durch welche Luft ausgehaucht wird.

Für die bisher vorgetragenen Lehren sprechen so viele und so wenig zweydeutige Erfahrungen, dafs sich keine erhebliche Zweifel dagegen vorbringen lassen. Mehr Schwierigkeiten hat die Beantwortung der Frage: Durch welche Theile der Oberfläche der Blätter und der Wurzel die Aufnahme und Ausleerung von Wasser und Luft eigentlich geschieht? Manche jener Schwierigkeiten rühren indefs nur von unrichtigen oder unvollständigen Beobachtungen, oder von einer falschen Auslegung der Erfahrung her.

Die Oberfläche der Pflanzen hat keine andere Organe, die eine eigene Funktion haben könnten, als die Spaltöffnungen und Haare. Die Spaltöffnungen

o) Ingenhouss's Versuche mit Pflanzen. Uebers. von Scherer, S. 25. 28.

nungen sind vorzüglich den Blättern eigen. Sie finden sich nie an der Wurzel, selten an den Geschlechtstheilen und Früchten. Sie kommen nicht bey den Tangen, Conferven, Pilzen, Flechten, Lebermoosen, Najaden und unter dem Wasser lebenden Pflanzen vor p). Unter den Laubmoosen giebt es nur einige Arten, welche Spaltöffnungen haben, und diese besitzen sie blos an den Fruchtkapseln q). Die Poren fehlen also im Allgemeinen solchen vegetabilischen Körpern und solchen Pflanzentheilen, die blos im Wasser oder wenigstens in einer feuchten Atmosphäre wachsen. Hieraus folgt, dafs sie nicht zur Einsaugung des Wassers dienen können. In dem Vorkommen dieser Organe an den beyden Flächen der Blätter ist aber, wie Rudolphi r) gezeigt hat, eine grofse Uebereinstimmung mit den Resultaten der obigen Bonnetschen Versuche über das Einsaugungsvermögen dieser Flächen nicht zu verkennen. Ferner ist, wie wir oben gesehen haben, die einsaugende Blattfläche zugleich die aushauchende, und das Einsaugen wie das Aushauchen erstreckt sich sowohl auf Luft, als auf Wasser. Wir müssen also weiter schliefsen, dafs die Spalt-

p) Rudolphi's Anat. der Pfl. S. 62 ff.

q) L. C. Treviranus's Beyträge zur Pflanzenphysiol. S. 9 ff.

r) A. a. O. S. 101.

Spaltöffnungen die Respirationsorgane der Pflanzen sind.

Mit dieser Theorie stimmt auch der Bau der Poren und die Art, wie die Luft in den Pflanzen befindlich ist, überein. Die Poren zeigen sich, wo sich ihre Struktur deutlich wahrnehmen läfst, als Zwischenräume zwischen Zellen von eigenem Bau, die mit den Intercellulargängen und mit den Gefäfsen der Oberhaut Gemeinschaft haben s). Diese Gänge und Gefäfse scheinen die eingeathmete, oder zum Aushauchen bestimmte Luft zu enthalten. Sowohl aus den Gefäfsen der Epidermis mancher Aloen und ähnlicher fleischigen Gewächse, als aus den Intercellulargängen mehrerer Pflanzenblätter, z. B. der Saamenblätter des Helianthus annuus, sahe ich immer eine Menge Luftblasen hervordringen, so oft ich, nachdem das Gewächs der Sonne ausgesetzt gewesen war, ein Stück der Oberhaut, oder des grünen Zellgewebes unter Wasser brachte und gelinde drückte. Schon Rudolphi t) hat ähnliche Beobachtungen gemacht, aber für eine seltene Erscheinung gehalten, was in der That bey allen Pflanzen, nur nicht bey allen in gleichem Grade statt findet.

Hiermit übereinstimmend sind ferner die Resultate einiger Versuche, die Jurine über die Wir-

s) M. s. oben §. 1. dieses Abschn.

t) A. a. O. S. 158.

Digitized by Google

Wirkung des luftverdünnten Raums auf Bläter von Geranium peltatum, Rumex sanguineus und Olea fragrans machte. Die Blätter der beyden erstern Pflanzen, die ihre Spaltöffnungen auf beyden Seiten haben, gaben, in Wasser unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, aus beyden Flächen eine Menge kleiner Luftblasen von sich, die sich in das Blatt zurückzogen, wenn die Luft in den Recipienten wieder eingelassen wurde. Hingegen bey den Blättern der Olea fragrans, deren Poren nur auf der untern Seite liegen, drangen nur aus dieser Fläche Luftblasen hervor v).

Nicht so leicht scheinen einige, von Moldenhawer, Sennebier, Link und Schrank über die Funktion der Spaltöffnungen gemachte Beobachtungen mit unserer obigen Theorie zu vereinigen zu seyn. Bey näherer Prüfung wird man aber finden, daſs die Einwürfe, die sich von diesen hernehmen lassen, nicht von Gewicht sind.

Moldenhawer w) will gefunden haben, daſs die Spalten an regenhaften Tagen und thauigen Nächten immer geschlossen, hingegen an einem heitern Morgen, wenn die Blätter von der Sonne beschie-

v) Journal de Physique. T. (XIII.) 56. p. 185.

w) Beytr. zur Anat. der Pfl. S. 97.

beschienen wurden, immer offen waren. Er schliefst hieraus, dafs die Funktion der Poren nicht Einsaugung, sondern Aushauchung ist, und findet eine Bestätigung seiner Meinung in dem erwähnten Versuche Jurine's. Die Einwürfe, die sich gegen seine Meinung von den Bonnetschen Erfahrungen hernehmen lassen, sucht er durch die Voraussetzungen zu entkräften, dafs sich von dem Verhalten kränkelnder, vor dem Versuch immer etwas einschrumpfender Blätter auf die Wirkungsart der gesunden nicht schliefsen läfst, und dafs die Oberhaut beyder Blattflächen, besonders der untern, mit grofser Leichtigkeit wäfsrige Materie durchläfst.

Ich gestehe, dafs ich nicht begreife, wie sich des Nachts die Beschaffenheit der Spaltöffnungen an der mit dem Blatt verbundenen Oberhaut wahrnehmen läfst, und dafs ich deshalb wenig Gewicht auf diese Beobachtung legen kann. Vielleicht hat Moldenhawer die Oberhaut erst abgezogen, ehe er sie unter das Vergröfserungsglas brachte. Dafs aber nach dieser Operation die Poren noch dieselbe Beschaffenheit haben sollten, wie vorher, wird man doch nicht glauben. Wäre indefs jene Beobachtung auch richtig, so bewiese sie doch nur, dafs an Regentagen und feuchten Nächten keine, oder nur eine geringe Absorbtion der atmosphärischen Luft durch die

Poren

Digitized by Google

Poren statt findet, nicht aber, dafs diese überhaupt nicht einhauchen. Sollte MOLDENHAWER's Erfahrung vollständig seyn, so hätte die Beschaffenheit der Poren auch an dunkeln, aber trocknen Tagen und trocknen Nächten untersucht, und ausgemacht werden müssen, ob sich die Spalten an sonnigen Tagen eben so auf der untern, als auf der obern Fläche der Blätter verhalten. Wie MOLDENHAWER aus dem JURINEschen Versuch blos auf Aushauchung durch die Poren schliefsen kann, sehe ich ebenfalls nicht ein. Dafs die Luftblasen in die Poren zurücktraten, sobald wieder Luft unter den Recipienten der Luftpumpe zugelassen wurde, läfst ja gerade auf Einhauchung schliefsen. Was endlich MOLDENHAWER's Einwürfe gegen die BONNETschen Versuche betrifft, so ist dagegen zu bemerken, dafs an den abgeschnittenen Blättern, womit diese gemacht wurden, die Funktionen zwar geschwächt, aber nicht in die entgegengesetzten verwandelt seyn konnten.

Ein anderer Einwurf läfst sich von SENNEBIER's Beobachtung hernehmen, nach welcher die Luftblasen, die sich aus Blättern unter Wasser beym Einflufs des Sonnenlichts entwickeln, vorzüglich an den Rippen und Nerven derselben, und nicht so sehr aus den Zwischenräumen der Adern, welche doch allein die Spaltöffnungen be-

 sitzen,

sitzen, aufsteigen x). Aber diese Beobachtung ist sehr unzuverlässig. Die entwickelten Luftblasen sammeln sich nur an den Rippen und Nerven als an den rauhern Theilen an, ohne doch aus denselben zu entstehen.

Wenn ferner LINK y) sowohl das Einsaugen, als das Aushauchen durch die Spaltöffnungen läugnet, weil viele Pflanzen diese Poren nicht haben, die doch einsaugen; weil die Blumen sie nicht besitzen, die doch sehr stark ausdünsten; und weil Blätter, deren beyde Flächen gleich locker und zart sind, deren obere aber keine Spaltöffnungen hat, dennoch mit beyden gleich viel tropfbare Flüssigkeiten einsaugen: so treffen diese Einwürfe nur die Hypothese, dafs tropfbare Flüssigkeiten durch die Spaltöffnungen aufgenommen werden, und dafs blos durch sie das Einsaugen und Ausdünsten geschieht, nicht aber die Meinung, dafs Luft durch sie ein- und ausgeathmet wird, und dafs auch die Oberhaut das Vermögen besitzt, einzusaugen und auszudünsten. Es verhält sich in Betreff des Athemholens und der Ausdünstung mit den Pflanzen, wie mit den Thieren. Diese dünsten durch die ganze Oberfläche des Körpers aus, und hauchen zu-

x) SENNEBIER Expériences sur l'action de la lumière solaire sur la végétation. p. 77.

y) Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pfl. S. 113 ff. Nachträge zu den Grundl. II. 1. S. 33 ff.

zugleich dadurch ein, obgleich dieselben Funktionen auch durch die Lungen, Kiemen und andere eigene Organe geschehen. Wenn endlich LINK z) noch den Umstand geltend macht, dafs die Poren oft durch einen stärkemehl- oder wachsartigen Ueberzug verschlossen sind, so heifst dies behaupten, dafs eine Funktion im gesunden Zustand nicht statt findet, weil sie in Krankheiten gestört oder aufgehoben ist.

Es ist überhaupt, um die Funktion der Spaltöffnungen richtig einzusehen, nöthig zu bemerken, dafs einige Pflanzen mehr die Luft im gasförmigen Zustande, andere aber dieselbe mehr mit Wasser oder Wasserdünsten vermischt einathmen a), und dafs nur die erstern der Spaltöffnungen zur Respiration bedürfen, die letztern aber schon durch die blofse Oberhaut lufthaltiges Wasser einziehen und ausleeren. Zur letztern Classe gehören die unter dem Wasser lebenden Pflanzen und die fleischigen Gewächse. Jene haben gar keine Spaltöffnungen. Diese ziehen wenig Wasser durch die Wurzeln, aber desto mehr durch die Blätter ein b). Manche derselben haben grofse Spaltöffnungen. Wenn ihnen aber SPRENGEL c) im Allgemeinen grofse Poren zuschreibt,

z) Nachträge. H. 1. S. 35.

a) Vergl.-Biologie. Bd. 2. S. 474. 475.

b) Biol. Bd. 1. S. 460.

c) Ueber den Bau und die Natur der Gewächse. S. 191.

Digitized by Google

schreibt, so kann ich hierin nicht mit ihm einstimmen. Bey mehrern Arten der Aloe und Crassula habe ich nicht gröſsere Poren, als bey manchen Gewächsen mit dünnern Blättern gefunden, und immer traf ich bey Saftpflanzen, die groſse Poren hatten, eine weit geringere Anzahl der letztern, als bey den meisten nicht saftigen Pflanzen an. Auf der Rochea falcata, einem sehr saftreichen Gewächs, habe ich sogar nirgends Spaltöffnungen entdecken können.

Diejenigen Pflanzen, die keine Poren besitzen und sich vorzüglich von den Wasserdünsten der Atmosphäre nähren, zeigen eine andere Eigenheit im Bau der Oberhaut ihrer Blätter. Bey der Rochea falcata, welcher die Poren fehlen, ist die Oberfläche der Blätter mit einem kurzen, aber sehr dichten, blaugrünen Filz bedeckt. Einen ähnlichen Ueberzug fand Rudolphi d) bey mehrern andern Pflanzen, die keine Spaltöffnungen haben. Dieser Ueberzug besteht aus Haaren, und die Haare sind Fortsätze der Oberhaut und der unter derselben liegenden Zellen. Sie entstehen auf der Oberfläche des Stamms, der Zweige, oder der Blätter bey Pflanzen, die auf einem trocknen Boden und in einer feuchten Atmosphäre wachsen; hingegen verschwinden sie an jenen Theilen und treiben

dafür

d) Anat. der Pfl. S. 84.

dafür desto stärker an den Wurzeln hervor bey Pflanzen, die auf einem nassen Boden stehen. Der gemeine Quendel (Thymus serpyllum L.) hat auf feuchtem Grunde ganz glatte, auf dürrem Boden behaarte Blumenköpfe. Beständig rauh ist Myosotis arvensis, immer glatt aber Myosotis palustris. Auf den Alpen, wo die Luft immer feucht ist, sind die meisten Pflanzen behaart; die Sumpf- und Wasserpflanzen hingegen haben immer glatte Stengel und Blätter. Die untere Blattfläche, die nach Bonnet's Versuchen gewöhnlich am stärksten einsaugt, und nach Knight's Erfahrungen auch am meisten ausdünstet, ist bey den mehrsten Pflanzen zugleich die am stärksten behaarte e).

Aus diesen Erfahrungen folgt, dafs, so wie die Spaltöffnungen zum Ein- und Aushauchen der Luft, so die Oberhaut überhaupt, besonders aber die als Haare sich zeigenden Fortsätze derselben, zum Einsaugen und Ausdünsten der atmosphärischen Wasserdünste dienen. Insofern die Wasserdünste immer Luft enthalten, wird durch die Haare auch Luft mit eingesogen. Es läfst

e) Schrank's Baiersche Reise. S. 15. — Du Hamel Physique des arbres. T. I. p. 183. — Vergl. Biol. Bd. 2. S. 493, 494., wo aber auf der letztern Seite in der 3ten Zeile statt nassen Boden zu lesen ist: trocknen Boden.

läfst sich also erklären, wie diese Theile die Stelle der Spaltöffnungen einigermafsen ersetzen können. Wenn übrigens die Haare der Pflanzen von einigen Schriftstellern blos für einsaugende, von andern blos für aushauchende Organe angenommen sind, so sind diese von unrichtigen Begriffen ausgegangen, haben Mannichfaltigkeit finden wollen, wo Einfachheit ist, und aus einzelnen Erfahrungen zu allgemeine Schlüsse gezogen. Im ganzen Thierreiche geschieht das Ein- und Ausathmen durch einerley Organe. Warum sollte der weit einfachere vegetabilische Organismus zu beyden Funktionen verschiedene Organe besitzen? Dafs die Haare aushauchen, beweist das Cicer arietinum, an welchem diese Theile die Kichernsäure ausschwitzen f). Wer aus dieser einzelnen Erfahrung blos auf Exkretion durch jene Organe schliefst, übersieht, dafs die Haare der Wurzeln, denen doch niemand die Funktion des Einsaugens absprechen kann, ebenfalls zugleich wässrige oder schleimige Flüssigkeiten absondern g).

§. 3.

Bewegung des Safts in den Pflanzen.

Auf den untersten Stufen der Organisation, besonders bey den Conferven, sind die Grundtheile

f) Deyeux Journ. de Pharmacie. T. I. No. 13. S. 131.

g) K. Sprengel über den Bau u. die Natur der Gew. S. 404 ff.

Digitized by Google

theile des Organismus blos an einander gereihet, ohne durch andere heterogene Organe mit einander in Verbindung zu stehen. Bey diesen Körpern nährt sich daher jeder einzelne Theil für sich, ohne zur Erhaltung des Ganzen beyzutragen. Bey allen wahren Pflanzen aber lebt jeder Theil für das Ganze und das Ganze für jeden Theil. Die Wurzel führt dem Stamm, den Aesten und jedem einzelnen Blatt Nahrung zu, und jedes einzelne Blatt saugt dagegen nicht nur für sich selber, sondern auch für die ganze Pflanze ein. Bonnet h) fand bey seinen Versuchen über das Einsaugungsvermögen der Blätter, dafs einige dieser Organe, die mit ihrer untern Fläche auf Wasser lagen, andere, die mit ihnen durch den abgeschnittenen Stengel zusammenhiengen, aber nicht das Wasser berührten, mehrere Tage und selbst Wochen lang ernährten. Eine ähnliche, sehr auffallende Beobachtung von einem einzelnen Blatt des Sinapis arvensis, das die ganze übrige Pflanze drey Wochen hindurch lebend erhielt, hat Rudolphi i) gemacht.

Der Einflufs der Wurzel und der Blätter auf die Ernährung des ganzen vegetabilischen Orga-

h) Untersuch. über den Nutzen der Blätter bey den Pflanzen. Abh. 1. §. 9. S. 13.

i) A. a. O. S. 101.

Digitized by Google

Organismus setzt eine Bewegung des Nahrungssafts von den einsaugenden Organen zu den übrigen Theilen voraus. In welchen Gefäfsen und nach welchen Gesetzen geschieht nun diese Bewegung?

Eine ziemlich allgemein angenommene Meinung ist, dafs die Rinde das Hauptorgan ist, worin sich der Saft der Gewächse bewegt. Allein diese Hypothese ist, so allgemein ausgedrückt, keinesweges richtig. Versteht man unter Rinde die unter der Oberhaut liegenden Schichten von Zellgewebe, so ist jener Satz ganz ungegründet. Die Zellen sind allenthalben mehr Behälter der Säfte, als zuführende Organe. Es findet zwar ein Uebergang der Flüssigkeiten aus einer zur andern statt. Aber dieser geschieht zu langsam, als dafs jene Schläuche zur Fortleitung der Säfte von der Wurzel zu den Blättern, und umgekehrt tauglich seyn könnten. An der Rinde deutet alles darauf hin, dafs in ihr eine langsame Einsaugung und Ausleerung, nicht aber eine schnelle Fortbewegung der Säfte statt findet. In der Mitte ihrer Zellen liegen körnige Niederschläge, die nicht ihre Stelle verändern, so lange nicht der Bau dieser Theile durch Maceration, oder durch mechanische Gewalt zerstört wird, und die Zellen sind alle durch Scheidewände von einander abgesondert, durch welche

welche nur ein langsamer Uebergang der Flüssigkeiten möglich ist. Eher noch könnte man den Intercellulargängen die Funktion der Bewegung des Pflanzensafts zuschreiben, wenn diese nicht im Ganzen zu eng wären, um eine erhebliche Menge Flüssigkeit fassen zu können. Die Beobachtungen, woraus man die Bewegung des Safts durch die Rinde darzuthun gesucht hat, lassen sich auch insgesammt auf andere Art erklären. Sie beziehen sich alle auf Versuche, wo die Rinde verletzt oder unterbunden war. An solchen Stellen entsteht aber von dem Einfluſs der Luft, oder vom Druck der Ligatur ein Zufluſs des Safts aus allen Theilen der Pflanze, der im gesunden Zustande nicht statt findet. Zudem lassen sich jene Versuche nicht leicht machen, ohne den Bast zu verletzen, und dieser ist allerdings ein Hauptorgan der Bewegung des Pflanzensafts.

Aber auch der Bast ist es keinesweges allein, worin die Bewegung der Säfte vorgeht. Beym Anbohren von Birken, Ahornen und andern thränenden Bäumen im Frühjahre findet man die Rinde ganz trocken. Zwischen ihr und dem Bast aber ist Flüssigkeit enthalten, und diese dringt noch häufiger aus dem Holzkörper, besonders aus dem jungern Holze. In dem Holz steigt der Saft immer höher auf, so daſs anfangs nur die untern und erst später auch die höhern Einschnitte

thränen k). Diese Erfahrungen führen auf den Schluſs, daſs der ganze Holzkörper Flüssigkeiten leitet.

Der Holzkörper besteht aus Fasern, groſsen Gefäſsen und den Insertionen des Parenchyma. Daſs die Fasern, besonders des Basts, Flüssigkeiten führen, ist schon oben (§. 1.) gezeigt worden. Indeſs besitzen sie bey den meisten Pflanzen nicht die Länge und Weite, die zur schnellern Ueberbringung einer gröſsern Menge Safts erforderlich ist. Daſs die Zellen des Parenchyma hierzu ebenfalls nicht tauglich sind, haben wir vorhin gesehen. Es müssen also die groſsen Gefäſse seyn, wodurch die schnellere Leitung des Safts geschieht.

Mehrere Pflanzenphysiologen haben zwar von diesen Gefäſsen geglaubt, daſs sie blos Luft und nicht Saft führten, aber ohne hinreichende Beweise. Der Hauptgrund, den man seit Malpighi's Zeit für diese Hypothese angeführt hat, ist die Aehnlichkeit der Spiralgefäſse der Pflanzen mit den Luftröhren der Insekten. Diese Analogie findet allerdings statt. Einige Schriftsteller haben sie geläugnet, weil jene Spiralgefäſse sich nicht, wie die Tracheen der Insekten, zerästeln, und weil man voraussetzte, daſs

k) Walker Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh, Vol. 1. p. 3.

Digitized by Google

dafs die Windungen der Spiraldräthe bey jenen nicht, wie bey diesen, durch eine Haut verbunden wären l). Allein die Hauptähnlichkeit beruhet immer auf den spiralförmigen Dräthen, die beyde mit einander gemein haben. MOLDENHAWER fand aber auch aufser diesen Spiralfäden an den grofsen Pflanzengefäfsen eine ähnliche, den Canal des Gefäfses einschliefsende Haut, wie es an den Luftröhren der Insekten giebt m). Mit gröfserm Recht läfst sich die Richtigkeit der aus jener Analogie gezogenen Folgerung bezweifeln. Es giebt auch bey den Insekten Gefäfse, die ebenfalls aus einem spiralförmigen Band bestehen, und doch nicht Luft, sondern Saft enthalten. Von dieser Art sind die Spinngefäfse mancher Raupen, z. B. der Weidenraupen n), und der Canal des Rüssels der Bienen und Wespen.

Ausser jener Analogie hat man auch die Abwesenheit aller andern Organe, wodurch die eingesogene Luft im Pflanzenkörper verbreitet werden könnte, als einen Grund für die Meinung, dafs die grofsen Gefäfse luftführende Behälter sind,

l) A. a. O. §. 134. 135.

m) MOLDENHAWER Beytr. zur Anat. der Pfl. S. 205 ff.

n) LYONNET Traité de la chenille du saule. p. 500.

sind, angeführt. Aber dieser Grund beruhet auf der unrichtigen Voraussetzung, dafs blofse Luft im Pflanzenkörper fortgeleitet wird. Nach meinen Beobachtungen enthält das Innere des Pflanzenkörpers nicht anders Luft, als in den Luftbehältern, im Mark, in den Intercellulargängen des Zellgewebes der Rinde und in den Gefäfsen der Oberhaut. Das in den Luftbehältern und im Mark befindliche Gas rührt gewifs nicht von aussen her, sondern ist immer aus den Pflanzensäften entbunden. Im Mark findet man es vorzüglich während des Februars zur Zeit der wieder beginnenden Vegetation. Gewöhnlich enthalten dann auch die in der Nähe desselben liegenden Fasern in ihren Canälen hin und wieder Luft. Aber selten giebt es in den benachbarten grofsen Gefäfsen eine Luftblase. In den Intercellulargängen des Rindenzellgewebes und in den Gefäfsen der Oberhaut befindet sich die eingeathmete, oder zum Aushauchen bestimmte Luft, doch niemals als blofse Luft, sondern immer mit dem Pflanzensafte vermischt. Zum Einsaugen und zur Entbindung von Luft bedürfen auch die Pflanzen der grofsen Gefäfse gewifs nicht, da jene Funktionen eben so lebhaft bey den Conferven und Najaden, denen diese Gefäfse fehlen, als bey den vollkommenern Pflanzen von statten gehn.

Wenn

Digitized by Google

Wenn endlich Link o) daraus, daſs die groſsen Gefäſse immer trocken erscheinen, beweisen will, daſs sie luftführend sind, so ist dies ein Grund, der auf einer unrichtigen Beobachtung beruhet. In vielen saftigen Pflanzen, z. B. in der Hyacinthe, sind die Spiralgefäſse nichts weniger als trocken, sondern durch und durch feucht. Daſs sie im Holzkörper unter dem Vergröſserungsglase trocken zu seyn scheinen, rührt von ihrer Sprödigkeit und davon her, daſs sie meist eine dünne, wässrige Flüssigkeit führen.

So wenig haltbar diese Gründe sind, so erhebliche Beweise giebt es dagegen für die Meinung, daſs die groſsen Gefäſse tropfbare Flüssigkeiten leiten. Zuerst ist es eine bekannte Thatsache, daſs die groſsen Gefäſse abgeschnittener und in eine farbige Flüssigkeit gesetzter Zweige diese einsaugen, daſs hingegen die Zellen und Fasern niemals unmittelbar, sondern erst nach einiger Zeit durch Mittheilung aus den groſsen Gefäſsen gefärbt werden p). Aus H. D. Moldenhawer's Erfahrungen ergiebt sich auch, daſs die von den groſsen Gefäſsen eingesogene Flüssigkeit

o) Nachträge zu den Grundlehren. II. 2. S. 25.

p) Die bisherigen Versuche über diesen Gegenstand hat Sprengel (Ueber den Bau u. die Natur der Gew. S. 153.) zusammengestellt.

sigkeit wirklich zur Ernährung der Pflanze dient, indem ein Zweig, an dessen unterm Ende man alles Zellgewebe bis auf die Bündel der grofsen Gefäfse weggenommen hat, und wovon man blos diese in Wasser taucht, allein durch diese eine Zeitlang frisch erhalten wird q).

Man hat die Resultate, die sich hieraus in Hinsicht auf die Funktion der grofsen Gefäfse ziehen lassen, durch die Beobachtung umzustofsen gesucht, dafs das Aufsteigen gefärbter Flüssigkeiten blos in den Spiralgefäfsen abgeschnittener Zweige statt findet, ganz unverletzte Wurzeln aber niemals Pigmente aufnehmen r). Allein diese Beobachtung beweiset nur, was man auch schon vorher wissen konnte, dafs gröbere Färbestoffe nicht durch die Oberhaut eingesogen werden. Die grofsen Gefäfse endigen sich in den mit Saft angefüllten Zwischenräumen des Zellgewebes. Es ist nicht einzusehen, warum sie in unverletzten Pflanzen diesen Saft nicht eben so wohl aufnehmen sollten, als sie in abgeschnittenen Zweigen die Flüssigkeit, worin diese gestellt

q) H. D. Moldenhawer de vasis plantarum. p. 30.

r) J. L. F. Mayer's Naturgetreue Darstellung der Entwickelung, Ausbildung und des Wachsthums der Pflanzen. S. 17 — Link's Grundl. der Anat. u. Physiol. der Pfl. S. 72. — Dessen Nachträge zu den Grundl. H. 1. S. 18. — Sprengel a. a. O. S. 153.

gestellt sind, absorbiren. Wendet man ein, dafs die grofsen Gefäfse in unverletzten Gewächsen keine sichtbare Oeffnungen haben, wodurch die Absorbtion geschehen könnte, so macht man einen Einwurf, der eben so wohl die Hypothese trifft, dafs jene Gefäfse luftführende Canäle sind. Ueber die Gegenwart oder Abwesenheit von einsaugenden Oeffnungen an zarten Gefäfsen ist es aber überhaupt so schwer, etwas Gewisses zu bestimmen, dafs sich davon kein Grund für oder wider eine Meinung hernehmen läfst. I. J. P. Moldenhawer s) hat indefs an dem Sphagnum obtusifolium eine Entdeckung gemacht, woraus sich nicht nur vermuthen läfst, dafs die grofsen Gefäfse mit solchen Oeffnungen versehen sind, sondern die auch überhaupt über die Funktion der Spiralgefäfse Licht verbreitet. Es giebt in der äussersten Schicht des Stengels und in den Blättern dieses Mooses Schläuche, die offenbar die erste Anlage zu den Spiralgefäfsen der eigentlichen Pflanzen sind. Diese zeigen deutliche runde Oeffnungen, und saugen durch dieselben Wasser ein. Taucht man die Blätter der untern hängenden Zweige, welche die Stelle der Wurzeln vertreten, und deren Spiralgefäfse vorzüglich viele Oeffnungen haben, in eine gefärbte Flüssigkeit, ohne dafs der Stengel diese berührt, so färbt die-

s) Beytr. zur Anat. der Pfl. S. 329.

dieselbe sehr bald die Spiralgefäſse des Stengels, dringt aus diesen in die Gefäſse der übrigen Blätter, und schwitzt so stark aus den runden Oeffnungen derselben hervor, daſs die ganze Oberfläche der Blätter von dem Pigment bedeckt wird.

Zu diesen Gründen kömmt endlich noch, daſs sich die gröſsen Gefäſse abgeschnittener Pflanzentheile beym Einsaugen gefärbter Flüssigkeiten keinesweges nur als leblose Haarröhren verhalten, sondern daſs ihre absorbirende Kraft mit der Vegetationskraft der ganzen Pflanze in Verbindung steht. Ich habe oft Zweige von Weiden, Pappeln, Linden, Hollunder und mehrern Stauden des Winters in eine Abkochung von Fernambukholz gesetzt, und drey bis vier Tage hindurch im geheitzten Zimmer stehen lassen, ohne daſs die Flüssigkeit in den groſsen Gefäſsen der Zweige aufgestiegen wäre, da doch die Gefäſse belaubter Zweige im Sommer sehr schnell von dem Pigment durchdrungen werden. Eben so wenig steigen gefärbte Decokte in verwelkten Pflanzentheilen auf, und alle Zusätze zu solchen Abkochungen, die dem vegetabilischen Leben nachtheilig sind, z. B. geistige Tinkturen, verhindern das Einsaugen.

Nach allen diesen Gründen halte ich für wahrscheinlich, daſs die groſsen Gefäſse eben so wie

wie die Fasern saftführende Canäle sind, dafs beyde ihre Flüssigkeiten aus den Intercellulargängen erhalten, und dafs durch jene alles schnellere Aufsteigen des Pflanzensafts geschieht.

Jedes grofse Gefäfs kann den Saft sowohl aufwärts, als abwärts leiten, wie die bekannte Erfahrung beweist, dafs abgeschnittene Zweige mancher Bäume, mit dem obern Ende in die Erde gesteckt, Wurzeln schlagen. Indefs zeigen KNIGHT's Versuche, dafs das Wachsthum solcher umgekehrten Zweige doch weit langsamer als die Vegetation von Stecklingen, die mit dem untern Ende gepflanzt sind, von statten geht t). Die Umkehrung der Bewegung des Pflanzensafts mufs also Schwierigkeiten haben, und es läfst sich daher schliefsen, dafs diese Gefäfse entweder zur Führung des Safts nach oben, oder zur Leitung dessel-
ben

t) In sechs Zweigen der Salix Capraea, die mit den obern Enden gepflanzt waren, nahm die Vegetation mit der Entfernung von dem untern Ende immer mehr ab, und hörte gegen Ende des Sommers in einer Höhe von vier Fufs fast ganz auf In sechs andern ähnlichen Zweigen hingegen, die mit den untern Enden in die Erde gesteckt waren, ging die Vegetation an den höchsten Punkten auf das kräftigste von statten. (Philos. Transact. 1804. P. 1. p. 183.)

ben nach unten, oder theils zu dieser, theils zu jener Funktion bestimmt sind. Welcher von diesen möglichen Fällen wirklich statt findet, darüber werden die folgenden Bemerkungen Aufschlufs geben.

Es giebt in den Pflanzen keinen so regelmäfsigen Umlauf der Säfte, wie in den Thieren, sondern der Trieb der Pflanzensäfte ist immer nach denjenigen Theilen gerichtet, worauf äussere Potenzen am meisten wirken. Das Ausströhmen von Luftblasen aus den Blättern geschieht nur beym Einflufs des Sonnenlichts. Wirkt dieses in Verbindung mit Wärme auf den obern Theil einer Pflanze, z. B. eines in ein Treibhaus geleiteten Asts eines Weinstocks, so fängt derselbe schon an zu grünen, wenn die Vegetation des untern Theils noch weit zurück ist.

Licht und Wärme sind überhaupt die vornehmsten unter den äussern Potenzen, wodurch die Bewegung der Pflanzensäfte bestimmt wird. Da der Einflufs derselben während der Jahres- und Tageszeiten regelmäfsig wächst und abnimmt, so mufs auch in dieser Bewegung eine regelmäfsige Veränderung statt finden. Die letztere besteht in einem Auf- und Abfliefsen des Safts. Bey den baumartigen Gewächsen unsers Himmelsstrichs tritt das Aufsteigen im Frühjahre,

das

Digitized by Google

das Absteigen gegen das Ende des Sommers ein. Beym Aufsteigen hebt sich der Saft täglich nach der verschiedenen Temperatur der Luft bald mehr, bald weniger, doch so, dafs er, nach WALKER's Versuchen v), bey der Birke fünf bis sechs Wochen braucht, um zwanzig Fufs hoch zu steigen. Nach dem Aufsteigen fangen die verschiedenen Lagen der Rinde und des Holzes an, sich von einander zu trennen w), und von dieser Zeit an bis zur Mitte des Sommers treiben die Pflanzen vorzüglich ins Laub, nachher aber mehr in die Wurzeln. Aufserdem geht bey allen Pflanzen, sobald sie Blätter haben, des Tages die Bewegung des Safts mehr nach unten, des Nachts mehr nach oben. Gewächse, die im Dunkeln aufwachsen, schiefsen schnell in die Höhe, treiben aber wenig Wurzeln; umgekehrt verhält es sich mit Pflanzen, die dem Lichte ausgesetzt sind. Diese Regeln sind indefs nicht ohne Ausnahmen, und können es nicht seyn, da es ausser dem Einflufs des Lichts noch andere Ursachen giebt, wovon der Trieb der Säfte abhängt. So treibt jede Pflanze im Anfang ihres Entstehens vorzüglich nach unten, und bildet Wurzeln, ehe sie aus der Erde hervordringt, und eben so sieht man an jeder, im Wasser stehen-

den

v) Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. 1. p. 3.

w) WALKER a. a. O.

den Hyacinthenzwiebel, dafs das Wachsthum der Wurzeln schneller als das der Blätter von statten geht. Die auf- und absteigende Bewegung des Safts ist auch nicht so streng an die Zeit des Tages und der Nacht gebunden, dafs in der erstern ~~letztern~~ Periode gar kein Wachsthum nach oben und in der letztern keines nach unten statt fände.

Wir können jetzt auf unsere obige, die Funktion der grofsen Gefäfse betreffende Frage zurückkommen, und diese dahin beantworten, dafs die äufsern, der Rinde zunächst liegenden Fasergefäfse, oder der Bast, den Pflanzensaft abwärts, die um das Mark liegenden grofsen Gefäfse, besonders die Spiralgefäfse, aber denselben aufwärts führen. Folgende Gründe beweisen diesen Satz:

1. Wo blos eine absteigende Bewegung des Pflanzensafts ist, finden sich nur Fasergefäfse umgeben von Zellen. Dies ist der Fall mit den Flechten, den meisten Moosen und mehrern Najaden, die sich blos durch die Blätter ernähren, ohne etwas von der Wurzel zu empfangen. Dies hat ferner bey den Blättern der meisten Dicotyledonen statt. Die Nerven derselben bestehen gröfstentheils aus Bastbündeln ohne zahlreiche Spiralgefäfse, und ihre übrige Substanz enthält blos Zellen. Sie führen aber auch dem Stamm

weit

Digitized by Google

weit mehr zu, als sie von ihm empfangen. Früchte verwelken, wenn man dem Zweige, der sie trägt, die über ihnen sitzenden Blätter nimmt, und ein Stück Rinde, das durch Einschnitte von der übrigen Rinde getrennt ist, verdorret, wenn sich keine Knospen daran befinden, grünet aber fort, wenn es Knospen hat, deren Blätter ihm Nahrung zuführen x). Ein Tropfen Salzsäure auf ein Blatt gebracht, verursacht einen gelben Fleck, der sich wenig gegen die Spitze, desto mehr aber gegen die Basis des Blatts, und von dieser durch den Blattstiel bis zum Stamm verbreitet, und blos durch die Nerven des Blatts fortgeht y).

2. Eine blos absteigende Bewegung findet auch in dem ersten Keim der Pflanze statt. Dieser erhält anfangs seine Nahrung blos aus den Saamenblättern, und das Erste, was sich an ihm bildet, ist die Wurzel. Indem diese entsteht, geht der Trieb des Nahrungssafts aus den Cotyledonen blos abwärts, und während dieser Zeit sieht man in dem Keim noch keine andere Canäle als Fasergefäſse. Sobald aber der Anfang des Stamms hervorzubrechen und der Trieb der Säfte aufwärts zu gehen anfängt, zeigen sich in der Mitte des Pflänzchens Spiralgefäſse.

3.

x) Link's Nachträge zu den Grundl. H. 1. S. 49.

y) Link a. a. O. S. 20.

Digitized by Google

3. Spiralgefäſse giebt es allenthalben, wo die Bewegung der Säfte aufwärts gerichtet ist. Bey den baum- und strauchartigen Dicotyledonen bildet sich jährlich im Herbst eine neue Lage derselben um das Mark, die bey manchen Bäumen, z. B. den Linden, im Frühjahre mit grünen Zellen und saftreichen Fasern umgeben ist. Die grüne Farbe dieser, von der Oberhaut durch den ganzen Holzkörper getrennten und dem Lichte völlig unzugänglichen Theile, und ihre saftige Beschaffenheit beweisen, daſs zwischen dem Mark und dem Holz ein ähnlicher Proceſs, wie zwischen der Rinde und dem Holze, statt findet. Völlig gleich können aber beyde Processe nicht seyn, indem es zwischen der Rinde und dem Holz keine Spiralgefäſse, wie in der Nähe des Marks, giebt, und eine andere Verschiedenheit in den Funktionen beyder Theile ist nicht zu denken, als daſs der Saft durch die einen auf-, durch die andern niedersteigt. In dem Mark und den dem Marke zunächst liegenden Fasergefäſsen der Bäume und Sträucher findet man aber auch im Januar und Februar eine Menge Luftblasen. Mit der Entbindung dieser Luft beginnt ohne Zweifel die Vegetation. Nie trifft man sie um jene Zeit in dem Zellgewebe der Rinde und in den Bastfasern an. Der Anfang der Vegetation geschieht daher in der Mitte des Stamms, und wahrscheinlich tritt also auch die nächste Wir-

kung

Digitized by Google

kung dieser innern Bewegung des Safts, das Aufsteigen desselben, nicht im Umfange des Stamms, sondern in den um das Mark liegenden grofsen Gefäfsen ein.

4. Werden diese Gefäfse im Frühjahr an einem Ast ausgeschnitten, so treibt zwar derselbe im folgenden Sommer aus den im Bast und der Rinde vorräthigen Säften noch Blätter; aber im folgenden Jahre ist er abgestorben z). Nimmt man alles Holz weg, und läfst blos die Rinde übrig, so fängt der Zweig sogleich an zu welken und ist in kurzer Zeit völlig leblos. Hingegen kann man rings um einen blätterreichen Ast die Rinde und einen beträchtlichen Theil des Holzes wegschneiden; der Ast fährt doch fort in allen Theilen zu grünen, wenn nur eine Lage Holz um das Mark übriggeblieben ist.

5. Endlich geschieht, wie oben gezeigt ist, alle schnellere Bewegung des Pflanzensafts durch die grofsen Gefäfse. Nur von der Wurzel zu den Blättern findet aber eine schnelle Bewegung der eingesogenen Flüssigkeiten statt; hingegen was von den Blättern aufgenommen ist, gelangt nur langsam zur Wurzel. Durch das blofse Begiefsen der Wurzel läfst sich eine Pflanze bey kräftigem Wachsthum erhalten, und sie richtet sich,

z) J. L. F. Mayer's naturgetreue Darstellung der Entwickelung u. s. w. der Pfl. S. 49.

Digitized by Google

sich, wenn sie Mangel an Wasser leidet, schnell wieder auf, sobald ihre Wurzeln hinreichend getränkt sind; aber das bloſse Begieſsen der Blätter unterhält nur dürftig die Vegetation, und eine welke Pflanze wird nur langsam dadurch gestärkt. Auch aus diesem Gesichtspunkt erscheinen also die groſsen Gefäſse als diejenigen, die den Saft aufwärts führen.

Diese Meinung von der Bewegung des Pflanzensafts hat zwar mehrere wichtige Authoritäten gegen sich. Seitdem Perrault, Mariotte und ein Hamburgischer Arzt, Major, zuerst bewiesen, daſs es ein Auf- und Abfliesen des Safts in den Gewächsen giebt, und daſs beyde in verschiedenen Theilen geschehen a), hat man fast allgemein für das Organ der absteigenden Bewegung die Rinde, und für die Theile, die den Saft aufwärts leiten, die Bastfasern angenommen. Die letztere Funktion des Basts hat besonders Sprengel zu beweisen gesucht. Doch glaubt dieser, daſs das Aufsteigen auch im Holze, und das Absteigen zwischen dem Bast und dem Holze erfolgt b).

Für

a) Perrault Oeuvres de Physique et de Mechanique. Vol. 1. p. 69. — Hist. de l'Acad. des sc. de Paris, A. 1709. Ed. 8 p. 56.

b) Sprengel über den Bau u. die Natur der Gew. S. 431. 440. 463.

Digitized by Google

Für die Hypothese von dem Abfliefsen des Safts durch die Rinde giebt es aber keinen erheblichen Grund, als die Erfahrung, dafs wenn rings um den Stamm oder den Ast eines Baums ein Streifen Rinde weggenommen ist, sich mehr Saft aus dem obern, als aus dem untern Rande der Wunde ergiefst, und der Baum über dem Schnitt anschwillt, unter demselben aber nicht zunimmt c). Gegen diesen Beweis gilt, was schon oben gegen die Meinung von der Bewegung des Safts durch die Rinde im Allgemeinen erinnert ist. Nach meinen Erfahrungen findet aber auch jener Erfolg keineswegs in allen Fällen statt, wenn man, statt die Rinde auszuschneiden, sie unterbindet. Ich liefs vor einigen Jahren um neu gepflanzte Obstbäume meines Gartens Eisendräthe, woran Bleche mit den Namen der Bäume hingen, theils unter dem Anfang der Krone, theils an dem untern Ende eines Hauptasts legen. An sieben Stämmen, die aus Pflaumen, Kirschen, Aepfeln und Birnen bestanden, wurden die Dräthe beym Wachsen der Bäume nicht genug erweitert. Im folgenden Jahr waren sie schon so weit

c) Cotta's Naturbeobachtungen über die Bewegung u. Funktion des Safts in den Pflanzen. Weimar 1806. S. 14. — Link's Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pfl. S. 85. — Dessen Nachträge zu den Grundlehren. H. 1. S. 21.

weit in das Holz eingedrungen, dafs sie sich ohne eine sehr gewaltsame Operation nicht wieder herausziehen liefsen. Jetzt sind zum Theil selbst die Bleche ganz verwachsen. Alle diese unterbundenen Stämme oder Aeste verlieren im Herbste weit früher als die übrigen ihre Blätter, schlagen aber auch im Frühling weit zeitiger wieder aus, blühen sehr voll, und tragen zum Theil viele, doch kleine, unschmackhafte Früchte. Bey allen findet sowohl unter, als über dem Bande eine Anschwellung statt. Da, wo das Band um den Stamm unter dem Anfang der Krone liegt, ist bey einigen, doch auch nicht bey allen, die Anschwellung oberhalb dem Bande stärker als unterhalb demselben. Bey den übrigen Bäumen hingegen, an welchen blos ein Ast unterbunden ist, finde ich keinen Unterschied zwischen der obern und untern Anschwellung. Nach Ligaturen tritt also wenigstens nicht immer eine stärkere Verdickung über dem Bande ein, und vielleicht ist auch nach kreisförmigen Ausschnitten der Rinde diese Verdickung nicht allgemein. Fände sie aber auch ohne Ausnahme statt, so würde doch noch erst zu beweisen seyn, was noch nicht bewiesen ist, dafs die Verdickung ursprünglich von der Rinde, und nicht von dem Bast oder Holz herrührt, ehe man daraus auf ein Absteigen des Safts durch die Rinde schliefsen dürfte. Uebrigens weifs man ja auch, dafs manchen Bäumen die

ganze

ganze Rinde, ihrem fortdauernden Wachsthum unbeschadet, abgeschält werden kann. Wie wäre dies möglich, wenn sie eine so wichtige Funktion hätte, wie sie bey jener Meinung haben müfste!

Die zweyte Hypothese, dafs das Aufsteigen des Safts durch den Bast geschieht, hat man daraus beweisen wollen, weil es Bäume gäbe, in welchen das Mark mit dem Holze verfault, und blos der Bast nebst der Rinde noch gesund wären, und welche doch Jahre lang fortlebten. Aber diese Beobachtung halte ich für unrichtig. Nie habe ich inwendig verfaulte Bäume gesehen, die noch vegetirt und nicht unter dem Bast noch gesundes Holz gehabt hätten d). Kein Baum, der dieses nicht besitzt, kann dem Winde widerstehen. Das übrig gebliebene Holz enthält aber noch so viele grofse Gefäfse, als zur Unterhaltung des immer nur sehr kümmerlichen Lebens solcher Bäume nöthig ist.

Was endlich Sprengel's Hypothese betrifft, dafs das Absteigen des Safts zwischen dem Bast und dem Splint geschieht, so ist diese eine Folge seiner übrigen Meinungen. Dafs die Rinde zu jener Funktion nicht passend wäre, sahe er ein; den Bast und die Fasergefäfse des Holzes nahm er

d) Das Nehmliche erinnert Rudolphi (Anat. der Pfl. S. 231.)

er für die Organe des Aufsteigens an; die grofsen Gefäfse aber liefs er nicht für saftführend gelten. So blieb freylich kein anderer Ort zum Absteigen des Safts als der Zwischenraum zwischen dem Bast und dem Splint übrig. Dafs im Frühling zwischen dem Bast und der Rinde viele Flüssigkeit enthalten ist, hat freylich seine Richtigkeit. Allein diese ergiefst sich dahin aus dem Holzkörper. Schon WALKER e) sagt ausdrücklich in seinen Bemerkungen über die Bewegung des Safts in den Bäumen, dafs sich im Frühling der Saft zwar häufig zwischen dem Bast und der Rinde zeigt, dafs er aber erst beym Anbohren des Holzes in Menge hervordringt. Auch bemerkt WALKER, dafs sich der Bast von der Rinde erst nach dem Aufsteigen des Safts und nicht früher trennt. Der Saft mufs also schon im Holze aufgestiegen seyn, ehe er sich in den Zwischenraum zwischen dem Bast und der Rinde ergiefsen kann.

§. 4.

Chemische Nutritionsprocesse der Pflanzen.

Was wir bisher von innern Bewegungen des Pflanzenkörpers aufgefunden haben, ist der blofse Mechanismus der Vegetation, der erst durch die dabey zum Grunde liegenden, oder daraus hervorgehenden chemischen Veränderungen eine höhere Bedeutung erhält. Wir kommen

jetzt

e) A. a. O.

Digitized by Google

jetzt auf diese chemischen Erscheinungen des Pflanzenlebens, und fangen unsere Untersuchungen mit der Beantwortung der Frage an: Welchen Einfluſs das Athmen der Pflanzen auf die umgebende Luft äuſsert?

Es war zuerst PRIESTLEY, und auf dessen Veranlassung SCHEELE, die über diesen Gegenstand Versuche anstellten f). Beyde fanden, daſs die Pflanzen in einigen Fällen Sauerstoffgas, in andern eine mephitische Luft aushauchten. Ueber die Ursache des entgegengesetzten Erfolgs ihrer Versuche blieben beyde in Ungewiſsheit. Diese wurde in der Folge von INGENHOUSS g) und SENNEBIER h) entdeckt. Die letztern fanden, daſs grüne Pflanzentheile, besonders die Blätter, beym Einfluſs des Sonnenlichts unter Wasser Sauerstoffgas ausathmen, daſs aber dieselben Organe im Dunkeln die atmosphärische Luft für Thiere irrespira-

f) PRIESTLEY's Versuche u. Beobacht. über verschiedene Gegenstände der Luft. Th. 1. S. 89. — Dessen Vers. u. Beobacht. über versch. Theile der Naturlehre. Th. 1. S. 229.

g) Versuche mit Pflanzen. Uebers. von SCHERER. — Dessen vermischte Schriften. Uebers. von MOLITOR. 2te verm. Aufl.

h) Ueber den Einfluſs des Sonnenlichts auf alle drey Reiche der Natur.

Digitized by Google

spirabel machen, und dafs diesen Einflufs die Wurzeln, Schoten, reifen Früchte, Saamenkörner und andere nicht grüne Theile zu allen Zeiten, doch mehr in der Nacht und im Schatten, als bey Tage, und am wenigsten im Sonnenlichte, auf die Atmosphäre äufsern.

Diese Beobachtungen wurden durch spätere Erfahrungen von STERNBERG i), SUCCOW k), SPALLANZANI l) und dem jüngern SAUSSURE m) in der Hauptsache völlig bestätigt. Nur darin haben die Resultate der Versuche von INGENHOUSS und SENNEBIER einige Einschränkungen erlitten,

1) dafs die Menge Sauerstoffgas, welche die Blätter beym Einflufs des Tageslichts in der Luft erzeugen, weit geringer ist, als die, welche sie unter Wasser liefern n);

2) dafs die grüne Farbe nicht, wie INGENHOUSS ohne Einschränkung behauptete, ein wesentlicher Charakter der Pflanzentheile ist, welche Sauer-

i) MAYER's Samml. physikal. Aufsätze von einer Gesellsch. Böhmischer Naturforscher. B. 2. S. 47.

k) Commentat. Acad. Theodor. Palatin. Vol. V. phys. p. 166.

l) Journ. de Phys. T. (V.) 48. p. 135.

m) Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Uebers. von VOIGT.

n) SPALLANZANI a. a. O.

Digitized by Google

Sauerstoffgas ausathmen, sondern dafs es einige, obgleich nicht häufige Ausnahmen hiervon giebt o);

3) dafs auch unreife Weintrauben den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft an der Sonne vergröfsern p);

4) dafs die Blätter bey der Entwickelung von Sauerstoffgas auch Stickgas entweichen lassen q).

Wie die Blätter der Pflanzen, so verhalten sich auch unter den Phytozoen die zur Familie der Wasserfäden gehörigen Arten, die eine grüne Farbe haben, vorzüglich Priestley's grüne Materie. Alle diese Körper entbinden eine sehr grofse Menge Sauerstoffgas, und zwar die letztere nicht nur bey der Einwirkung des Lichts, sondern auch im Dunkeln, ja selbst wenn sie getrocknet, zerrieben und wieder angefeuchtet ist; die übrigen aber nur beym Einflufs der Sonnenstrahlen r).

Auch

o) Saussure a. a. O. S. 50.

p) Saussure ebendas. S. 119. §. 10.

q) Ebendas. S. 51.

r) Ingenhouss's verm. Schriften. B. 2. S. 189. — J. A. Scherer's Beobacht. u. Vers. über das pflanzenähnliche Wesen in dem warmen Carlsbader u. Töplitzer Wasser.

Auch die Blasen des Fucus vesiculosus enthalten eine Gasart, die weit reicher an Sauerstoff als die atmosphärische Luft ist s).

Die Schwämme hingegen hauchen nach von Humboldt's Versuchen Tag und Nacht Wasserstoffgas aus t).

Auf eine andere Art wie die schon gebildete Pflanze wirkt das keimende Saamenkorn auf die atmosphärische Luft. Während des Keimens vermindert sich der Sauerstoffgehalt der letztern; es entsteht dagegen kohlensaures Gas, und zwar im Verhältnifs zu dem verschwundenen Sauerstoffgas v). Befinden sich die Saamenkörner unter Reci-

Wasser. S. 15 ff. — Sennebier, Journ. de phys. T. (V.) 48. p. 557.

s) Priestley's Vers. u. Beobacht. über versch. Theile der Naturl. Th. 1. S. 241.

t) Von Humboldt's Aphorismen aus der chem. Physiologie der Pflanzen. S. 107. 122.

v) Rollo, Annales de chimie. T. 25. p. 37. — Saussure's chem. Untersuch. über die Vegetat. S. 7. — Huber u. Sennebier über den Einflufs der Luft und einiger gasartigen Stoffe auf die Keimung verschiedener Saamenkörner. Uebers. von Riem. S. 21. 22. — An Inquiry into the Changes, induced on atmospheric Air by the Germination of Seeds, the Vegetation of Plants and the Respiration of Animals. By D. Ellis.

Digitized by Google

Recipienten, die mit reinem Stickgas oder Wasserstoffgas angefüllt sind, so keimen darin zwar nicht alle, doch manche Arten von Körnern, z. B. Erbsen, und man findet dann auch in diesen Luftarten kohlensaures Gas, zugleich aber auch bloſsen Kohlenstoff, der sich von den Saamenkörnern abgesondert, und jene Gasarten in kohlenhaltiges Stickgas oder Wasserstoffgas verwandelt hat w).

Kohlensaures Gas ist es auch, welches von den nehmlichen Pflanzentheilen, die beym Einfluſs des Lichts Sauerstoffgas aushauchen, in der Dunkelheit erzeugt wird x). Sie absorbiren dabey ebenfalls, wie die keimenden Saamenkörner, Sauerstoffgas, doch die Blätter der fleischigen Gewächse weniger, als die der meisten übrigen Pflanzen y), die Sumpfgewächse weniger, als der gröſste Theil der übrigen krautartigen Gewächse, die Blätter der immergrünen Bäume weniger,

w) Huber u. Sennebier a. a. O. S. 11. 35. 50. 139. 151. — Zwölf Erbsen hatten in Wasserstoffgas eine Quantität kohlensaures Gas erzeugt, die einer Masse von 60 Unzen Wasser gleich war. Ebendas. S. 146.

x) Spallanzani a. a. O. — Gough, Nicholson Journ. of nat. Philos. Vol. 3. No. 26. p. 1. — Saussure a. a. O. S. 60.

y) Saussure a. a. O. S. 82.

niger, als die der Bäume, die im Winter ihr Laub verlieren, und die Blätter solcher Pflanzen, welche auf einem magern Boden, oder in tiefliegenden und feuchten Gegenden wachsen, weniger als diejenigen, die nur auf einem fruchtbaren Boden unter freyem und reichlichem Zutritt der atmosphärischen Luft gedeihen z). Vielleicht aber findet in der Dunkelheit auch eine geringe Aushauchung von Sauerstoffgas statt a).

Ferner ist es kohlensaures Gas, welches von den Wurzeln, den holzigen, entblätterten, vom Stamm getrennten Zweigen, und den Blüthen der Pflanzen unter allen Umständen ausgehaucht wird. Die Wurzeln absorbiren blos das Sauerstoffgas, nicht aber das Stickgas der atmosphärischen Luft b). Das Holz und die Blüthen absorbiren ebenfalls Sauerstoffgas, und zwar die letztern mehr im Sonnenschein, als im Dunkeln. Auch erzeugen diese mit dem kohlensauren Gas zugleich Stickgas c).

Woher

z) Saussure ebendas. S. 86. 87.

a) Ebendas. S. 49.

b) Ebendas. S. 99.

c) Ebendas. S. 104. 114. — Nach einer von Saussure (S. 117.) mitgetheilten Tabelle war in sechs Fällen von sieben die Menge des erzeugten Stickgas der des absorbirten Sauerstoffgas gleich.

Digitized by Google

Woher und wozu nun diese verschiedenen Gasarten, die von der Pflanze ausgehaucht und eingesogen werden? Die Beantwortung dieser Frage ist der erste Schritt zur Enthüllung der Geheimnisse der Vegetation.

Am wenigsten befriedigend hat sie ohnstreitig Rumford beantwortet. Dieser behauptete, die unter Wasser gehaltenen Blätter befänden sich in einem unnatürlichen Zustande, und man erhalte auch von andern Körpern, z. B. von fein gesponnenem Glase, roher Seide, gemeiner Baumwolle und der Wolle des Pappelbaums im Sonnenlicht und unter Wasser Sauerstoffgas d). Allein die erste dieser Behauptungen wird durch Spallanzani's und Saussure's Versuche widerlegt, nach welchen grüne Pflanzentheile auch in der Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt Sauerstoffgas ausathmen. Die Versuche, worauf sich die zweyte Behauptung gründet, lehren, dafs 40 Gran roher Seide nach 3 Tagen nicht mehr als $3\frac{3}{4}$ Cubikzoll Luft lieferten, und dafs zuweilen 4 Tage vergingen, ehe sich so viel sammelte, als zu einer eudiometrischen Prüfung der Luft nöthig war. Kann nicht diese unbedeutende Quantität Gas durch eine geringe, vielleicht kaum sichtbare Menge grüner Materie, die sich während des Versuchs im Wasser erzeugte, gebildet seyn? Aber Wood-

d) Philosoph. Transact. Y. 1782.

Digitized by Google

Woodhouse's Beobachtungen zeigen auch, daſs jene von leblosen Körpern im Wasser hervorgebrachte Luft mit der von lebenden Blättern ausgeathmeten so wenig der Qualität, als der Quantität nach verglichen werden kann. Woodhouse setzte Asbestfäden, gesottene Pferdehaare, gemeine Baumwolle, Wolle der Asclepias Syriaca, die Blüthenrispen des Rhus Cotinus, die feinhaarigen Federn von Clematis crispa, die Aehren von Panicum glaucum und gepulverte Holzkohle in 40 Unzen Brunnenwasser einen Tag hindurch dem Sonnenlichte aus. Jeder von diesen Körpern lieferte 2 bis 4 Drachmen unreines Sauerstoffgas, indem Blätter von irgend einer Pflanze, in dem nehmlichen Wasser der Sonne ausgesetzt, binnen wenig Stunden 8 bis 19 Drachmen weit reinere Luft gaben e).

Jetzt läſst sich die obige Frage bestimmter so stellen: Rührt das Sauerstoffgas, das von den Pflanzenblättern beym Licht excernirt wird, und das kohlensaure Gas, das sie im Dunkeln aushauchen, von der eingesogenen atmosphärischen Luft, oder von dem aufgenommenen Wasser her? Denn nur aus diesen beyden Quellen können jene Gasarten entstehen.

Vorzüglich Woodhouse und Saussure sind es, welche diese Fragen durch Versuche zu beantwor-

e) Nicholson Journ. of nat. Phil. Vol. 2. p. 150.

antworten gesucht haben. Beyder Meinung ist, dafs das kohlensaure Gas der Atmosphäre und des Wassers die Quelle ist, aus welchem das Sauerstoffgas herrührt, das beym Sonnenlicht von den Pflanzen entbunden wird. Die Gewächse ziehen, ihnen zufolge, jenes kohlensaure Gas ein, zersetzen dasselbe, eignen sich dessen Kohlenstoff nebst einem Theil des darin befindlichen Sauerstoffs an, und hauchen den übrigen Sauerstoff aus. Die Ausscheidung des kohlensauren Gas im Dunkeln ist nach Woodhouse die Folge eines krankhaften Zustandes, indem sie, seinen Erfahrungen nach, nur bey verwundeten Pflanzentheilen statt findet. Indefs beweisen Saussure's Versuche, dafs allerdings auch unverletzte vegetabilische Organe diese Gasart von sich geben, und zwar leitet sie Saussure von einer Verbindung des Kohlenstoffs der Pflanzen mit dem Sauerstoff der Atmosphäre her.

Wir werden zuerst die einzelnen Gründe prüfen, worauf jene Schriftsteller ihre Meinung bauen, ehe wir über diese Hypothese im Allgemeinen ein Urtheil fällen.

Woodhouse f) beruft sich auf folgende Erfahrungen:

1) Die Blätter von vierzehn verschiedenen Pflanzen, die man in einem Recipienten von

40

f) A. a. O.

40 Unzen mit Flufswasser umgeben hatte, erzeugten etwa 10 Drachmen-Maafs Luft, deren Hauptbestandtheil Stickgas war; hingegen lieferte eine gleiche Quantität eben solcher Blätter in dem nehmlichen Wasser, welches aber vorher mit Kohlensäure geschwängert worden war, 77 Drachmen-Maafs sehr reinen Sauerstoffgas.

2) Eine Handvoll Blätter von mehrern Pflanzen wurden, jede besonders, in 16 Unzenmaafs atmosphärischer Luft, welche mit 4 Unzenmaafs aus Kreide und Schwefelsäure gezogenem Gas vermischt waren, 7 Stunden lang dem Sonnenlichte ausgesetzt. Die kohlensaure Luft verschwand hierbey, und die Reinheit der atmosphärischen Luft hatte so zugenommen, dafs sie 2 Maafs Salpetergas verschluckte. So setzte auch Woodhouse eine Quantität Blätter der Mimosa virgata und Amygdalus persica, jede besonders, 40 Unzenmaafsen atmosphärischer Luft, worin er einen Schwamm hatte verfaulen lassen, 9 Stunden lang dem Sonnenlichte aus. Das vom Schwamm entstandene kohlensaure Gas verschwand, und die Reinheit der Luft stieg von 30 bis 80.

Auf dem ersten dieser Gründe bauete auch vor Woodhouse schon Sennebier g) die Meinung,

g) Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour

nung, daſs die Pflanzen das kohlensaure Gas beym Sonnenlichte zersetzen, den Kohlenstoff desselben sich aneignen, und den Sauerstoff entweichen lassen. Aber ist es nicht richtiger, aus diesem Grunde zu schlieſsen, daſs die Kohlensäure zu den formellen Bedingungen der Vegetation gehört, als jene Hypothese daraus zu folgern? Man weiſs, daſs die Pflanzen in den meisten Versuchen, die bisher über den Einfluſs der Kohlensäure auf die Vegetation angestellt sind, nur einen geringen Zusatz von kohlensaurem Gas zu dem Wasser, oder der Luft, worin sie vegetirten, ohne Nachtheil vertrugen b). Ein solcher Ein-

pour metamorphoser l'air fixe en air pur par la vegetation. Genève 1783.

b) Biol. Bd. 2. S. 477 ff. — Ich habe an dieser Stelle die Vermuthung geäuſsert, daſs der entgegengesetzte Erfolg der Versuche Priestley's, Percival's und Henry's über den Einfluſs des kohlensauren Gas auf die Vegetation vielleicht in dem verschiedenen Grade des Lichts, dem die Pflanzen dabey ausgesetzt waren, zu suchen sey. Spätere Versuche Saussure's, nach welchen die nehmliche Quantität Kohlensäure, die das Wachsthum der Pflanzen im Sonnenlichte begünstigt, dieselben Gewächse im Dunkeln tödtet, und Pflanzen, die ihre Vegetation in Stickgas unterhalten können, auch in der Sonne sterben, wenn man diesem Gas eine Quantität Kohlensäure zumischt, die ihr Wachsthum in der atmosphärischen Luft befördern

Einflufs ist wohl von den formellen, nicht aber von den materiellen Bedingungen des Lebens denkbar. Im Thierreiche wenigstens giebt es kein Beyspiel von einer Potenz der letztern Art, die im Uebermaafs dem Leben so leicht gefährlich würde.

Der zweyte Grund läfst sich zwar zu Gunsten der Hypothese Woodhouse's deuten. Aber er reimt sich eben so wohl mit der unsrigen. Es ist von Woodhouse nicht bemerkt worden, ob die Pflanzen dem Sonnenlicht unter Wasser, oder in der Luft ausgesetzt waren. Fand das Erstere statt, so war das kohlensaure Gas vom Wasser und nicht von den Pflanzen verschluckt worden. Im letztern Fall konnte es zwar nur von den Vegetabilien aufgenommen seyn. Allein vermittelst der nehmlichen Schlufsfolge, deren sich Woodhouse bey diesem Beweise bedient, liefse sich darthun, dafs auch das Wasserstoffgas, ja sogar

dern würde, haben diese Vermuthung völlig bestätigt. (Von Crell's chemische Annalen. 1798. Bd. 1. S. 25. Saussure's chem. Untersuch. über die Vegetat. S. 25. §. 2.) — Schnurrer's Versuche zeigen, dafs auch die oxydirte Salzsäure dieselben Saamen im Dunkeln tödtet, deren Keimen beym Einflufs des Lichts durch sie befördert wird. (F. Schnurrer observ. de materiarum quarund. oxydat in germinationem efficientia etc. Tubing. 1805. Uebers. in Gehlen's Journ. f. d. Chemie u. Physik. B. 2. S. 56.).

Digitized by Google

sogar das Salpetergas, zu den Nahrungsmitteln der Pflanzen gehört, indem mehrere Pflanzen diese Gasarten begierig verschlucken, und dafür Sauerstoffgas ausathmen i).

Zahl-

i) In einem von PRIESTLEY's Versuchen verschluckte eine Pflanze des Epilobium hirsutum atmosphärische Luft, Wasserstoffgas und Salpeterluft (PRIESTLEY's Vers. u. Beobacht. über versch. Theile der Naturl. Th. 1. S. 246 ff.). Reines Wasserstoffgas, in welchem eine solche Pflanze vegetirt hatte, war in Knallluft verwandelt, ja in einigen Fällen sogar der entzündlichen Eigenschaft beraubt worden. (PRIESTLEY a. a. O. Th. 2. S. 5 ff.). Salpeterluft, in welchem eine andere Pflanze jener Art einen Monat lang vegetirt hatte, und die bis auf den vierten Theil dadurch war vermindert worden, hatte sich so verändert, daſs ein Licht in derselben mit einer ruhigen, blauen, sich ausbreitenden Flamme brannte. (PRIESTLEY a. a. O. S. 12.). Ganz anders verhielt sich jene Pflanze in Sauerstoffgas. In diesem starb sie sehr bald ab, ohne die Luft merklich zu vermindern. (A. a. O. S. 13.) Nach PRIESTLEY (A. a. O. S. 14.) kamen auch die Wallwurzel und das Geiſsblatt in Wasserstoffgas sehr gut fort, und nach INGENHOUSS (Versuche mit Pflanzen. S. 335 ff.) hauchten Pfeffermünz-, Wallnuſs- und Wasserpfefferblätter am Sonnenlicht unter Wasser, worüber Wasserstoffgas gesperrt war, eben so wohl als bey gleichen Umständen in der atmosphärischen Luft, Sauerstoffgas aus, und verwandelten die entzündbare Luft in Knallluft. LINK bemerkte, daſs eine

Pflanze

Zahlreicher als WOODHOUSE's Erfahrungen sind die Versuche, worauf SAUSSURE die obige Meinung gebauet hat. SAUSSURE fand, daſs das Volumen des beym Keimen der Saamen verzehrten Sauerstoffgas der Menge des in der nehmlichen Zeit sich erzeugenden kohlensauren Gas gleich ist. Da nun der Kohlenstoff bey seiner Verbrennung mit dem Sauerstoff das Volumen des letztern nicht merklich verändert, so schlieſst SAUSSURE:

1) daſs das atmosphärische Sauerstoffgas während dem Keimen nicht von den Saamenkörnern verschluckt, sondern lediglich zur Bildung des kohlensauren Gas mit dem Kohlenstoff der Saamen verwandt wird;

2) daſs der keimende Saamen, in Berührung mit der atmosphärischen Luft, das kohlensaure Gas nicht ganz aus seiner eigenen Substanz bildet, sondern nur einen Bestandtheil desselben, den Kohlenstoff, liefert k).

Die nehmlichen Folgerungen hatte auch schon SENNEBIER aus seinen und HUBER's Erfahrungen gezogen. Diesen zufolge vermindert sich während

Pflanze des Sedum Telephium, die sich in Wasserstoffgas befand, dieses bis auf $\frac{1}{12}$ verzehrte, und daſs der Rückstand auslöschte und sich nicht entzündete. (USTERI's neue Annalen der Botanik. St. 14.).

k) SAUSSURE, Journ. de Phys. T. (VI.) 49. p. 92. — Dessen chem. Untersuch. über die Vegetat. S. 6. §. 2.

rend dem Keimen das Sauerstoffgas. Geschieht das Keimen unter Recipienten, die mit Lebensluft angefüllt und durch Kalkwasser gesperrt sind, so trübt sich dieses und es entsteht ein Niederschlag von Kalkerde, indem das Sauerstoffgas abnimmt l).

Alle diese Versuche aber beweisen keinesweges, was sie beweisen sollen. Der Sauerstoff der Atmosphäre kann formelle Bedingung der Erzeugung des kohlensauren Gas seyn, und die Absorbtion desselben mit dieser in sehr genauem Verhältnifs stehen, ohne dafs er zur Bildung der Kohlensäure unmittelbar beyträgt. In der That führen Huber und Sennebier auch einen Versuch an, der dieser Voraussetzung günstig ist. Erbsen keimten sehr gut sowohl in Stickgas, als in Wasserstoffgas, das aus Zink und Schwefelsäure gezogen war, und nach dem Keimen enthielten diese Luftarten viel kohlensaures Gas m). Wie wäre dies möglich gewesen, wenn das Saamenkorn

l) Huber's u. Sennebier's Bemerkungen über den Einflufs der Luft u. s. w. auf die Keimung verschiedener Saamenkörner. S. 21 ff.

m) Zwölf Erbsen hatten in Wasserstoffgas eine Menge kohlensauren Gas erzeugt, die einer Masse von 60 Unzen Wasser gleich war. Huber u. Sennebier a. a. O. S. 151. §. 19. S. 50. §. 9. S. 139. §. 18. S. 75.

Digitized by Google

menkorn beym Keimen nicht einen beträchtlichen Theil kohlensauren Gas ohne Hülfe des Sauerstoffgas der Atmosphäre entbände? Freylich beobachteten Huber und Sennebier bey eben diesem Versuch auch eine Erscheinung, die es wahrscheinlich macht, dafs nicht alle Kohlensäure, welche beym Keimen entbunden wird, aus der Substanz des Saamenkorns herrührt, sondern dafs ein Theil derselben aus der Verbindung des Kohlenstoffs des Saamenkorns mit dem Sauerstoff der Atmosphäre entsteht. Das zu wiederholten Keimungen gebrauchte Wasserstoffgas nehmlich brannte blau, und zwar auch dann noch, wenn es mit Kalkwasser gewaschen war. Wurde es mit reinem Sauerstoff im Volta'schen Eudiometer verbrannt, so erzeugte sich eine grofse Menge Kalkerde. Indefs frägt es sich, ob die Saamen, die in dem letztern Versuch blofsen Kohlenstoff aushauchten, nicht in einer Art von Fäulnifs waren? Saussure n) wenigstens versichert wahrgenommen zu haben, dafs Saamen, die sich in reinem Stickgas unter Wasser befanden, zwar auch kohlenhaltiges Wasserstoffgas aushauchten, aber nur wenn sie zu faulen anfingen.

Ein zweyter Gegenstand der Untersuchungen Saussure's war die Frage: Ob die Quantität des Sauerstoffgas, welches die Pflanzen beym Lichte aus-

n) A. a. O. S. 13.

aushauchen, gröfser, geringer, oder gleich der Quantität des Sauerstoffgas ist, welches in die Zusammensetzung des von ihnen aus der Atmosphäre geschöpften kohlensauren Gas eingeht? Um diese Frage zu beantworten, brachte SAUSSURE von mehrern Pflanzenarten einige, deren Wurzeln sich in einem besondern Gefäfs befanden, worin die Wassermenge so gering war, dafs sie keine merkliche Quantität kohlensauren Gas einsaugen konnte, unter einen Recipienten, welcher eine Mischung von atmosphärischer Luft und einer abgemessenen Menge kohlensauren Gas enthielt, andere unter eine Glasglocke, welche mit atmosphärischer, ihres Kohlenstoffs beraubter Luft angefüllt war. Die unter dem erstern Recipienten befindlichen Pflanzen brachten das kohlensaure Gas der Atmosphäre, worin sie eingeschlossen waren, zum Verschwinden, vergröfserten den Gehalt der letztern an Sauerstoffgas und Stickgas, doch den Gehalt an Sauerstoffgas nicht in dem Maafse, wie der Fall gewesen seyn würde, wenn sie von jenem absorbirten kohlensauren Gas alles in dessen Zusammensetzung befindliche Sauerstoffgas wieder ausgehaucht hätten, und enthielten nach dem Versuch mehr Kohlenstoff, wie vor demselben. In dem andern Recipienten hatte sich die Luft weder an Reinheit, noch an Volumen geändert, und die Pflanzen, die darunter eingeschlossen gewesen waren, hatten vielmehr einen

 Ver-

Verlust, als einen Zuwachs an Kohlenstoff erlitten. Saussure schliefst hieraus, dafs die Pflanzen ihren Kohlenstoff und einen Theil ihres Sauerstoffs aus der Atmosphäre schöpfen, indem sie das kohlensaure Gas derselben zersetzen, sich den Kohlenstoff und einen Theil des Sauerstoffs dieses Gas aneignen, und den übrigen Sauerstoff am Sonnenlichte von sich geben o). Allein es findet ein wichtiger Umstand bey jenen Versuchen statt, wodurch dieser Schlufs sehr unsicher gemacht wird. In dem letztern Recipienten hatte sich weder die Reinheit, noch das Volumen der Luft verändert, und doch hatten die eingeschlossenen Pflanzen Kohlenstoff verloren. Wo war nun dieser geblieben? Er konnte nur von dem mit einer dünnen Wasserschicht bedeckten Quecksilber, womit die Glocken gesperrt waren, aufgenommen seyn. War aber in dem letztern Recipienten von dem nassen Quecksilber kohlensaures Gas absorbirt worden, so kann dieses auch in dem erstern davon verschluckt seyn, und so läfst sich überhaupt aus diesen Versuchen nichts folgern.

Ferner verfolgte Saussure die Erscheinungen, welche Blätter und überhaupt grüne Pflanzentheile äufsern, die im Dunkeln der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind. Die Resultate, die er hier-

o) A. a. O. S. 36 ff. §. 4. 5.

Digitized by Google

hierbey erhielt, sind von doppelter Art. Einige beweisen weder für, noch gegen seine Hypothese; in den übrigen glaubt er Gründe für die letztern zu finden. Zu jenen gehören folgende Beobachtungen:

1) Die Blätter der meisten Gewächse, die eine Nacht in atmosphärischer Luft liegen, vermindern das Volumen dieser Luft, indem sie Sauerstoffgas absorbiren und freye Kohlensäure bilden, welche an Volumen geringer ist, als das verbrauchte Sauerstoffgas p).

2) Fleischige Gewächse vermindern das Volumen ihrer Atmosphäre, indem sie Sauerstoffgas einsaugen, ohne jedoch merklich kohlensaures Gas auszuhauchen, wenn der Versuch nicht länger als eine Nacht dauert q). Sie thun dies aber nur bey unverletzter Struktur und Textur. Zerschnitten und zerquetscht nehmen sie keine bemerkbare Einathmungen vor r).

3) Eine Opuntie absorbirt im Dunkeln blos Sauerstoffgas ohne Stickgas. Verlängert man ihren Aufenthalt im Dunkeln und in einer eingeschlossenen Atmosphäre, so fährt sie, aber

p) Saussure a. a. O. S. 54.

q) Ebendas. S. 56.

r) Ebendas. S. 66.

aber immer langsamer, fort, das Sauerstoffgas zu absorbiren, bis sie davon ohngefähr 1¼ ihres eigenen Volumen erhalten hat. Dann findet keine Einsaugung weiter statt. Sobald die Pflanze bis zu diesem Punkt gekommen ist, fängt sie an, kohlensaures Gas zu bilden s). Wird sie aber von Zeit zu Zeit wieder ins Freye gebracht, so athmet sie immer von neuem eine der vorigen gleiche Quantität ein t).

4) Das von der Opuntie aufgenommene Sauerstoffgas wird in derselben durch eine so starke Anziehung zurückgehalten, daſs es sich weder durch Wegnahme des Drucks der Atmosphäre unter dem Recipienten der Luftpumpe, noch durch eine mäſsige Wärme ohne Licht davon trennen läſst v).

Aus allen diesen Thatsachen läſst sich weder für, noch gegen Saussure's Hypothese etwas schlieſsen. Anders aber ist es mit folgenden Beobachtungen:

1) Die Blätter nehmen bey der Abwesenheit des Tageslichts in solchen luftförmigen Umgebungen, welche kein freyes Sauerstoffgas enthalten, keine merkbare Einathmungen vor. Sie

s) Ebendas. S. 59. 60.
t) Ebendas. S. 65.
v) Ebendas. S. 61.

Sie vergröfsern vielmehr ihre Atmosphäre, indem sie kohlensaures Gas aushauchen, doch desto weniger, je mehr Kraft und Leben die Pflanze hat w). — Diese Behauptung stimmt indefs mit den oben erzählten Beobachtungen PRIESTLEY's und INGENHOUSS's über das Einathmen des Wasserstoffgas und Salpetergas durch Sumpfpflanzen keinesweges überein. Das kohlensaure Gas aber, welches die Pflanze in einem solchen Medium aushaucht, es sey dessen so wenig als es wolle, mufs doch aus ihrer eigenen Substanz kommen. Mithin beweiset diese Beobachtung mehr gegen als für SAUSSURE's Meinung.

2) Eine Opuntie athmet im Finstern das kohlensaure Gas in dem nehmlichen Verhältnifs ein, wie das Sauerstoffgas, wenn das erstere dem letztern in einer kleinen Quantität zugemischt ist x). — Aber andere Pflanzen hauchen ja im Dunkeln kohlensaures Gas aus. Wie ist dies zu reimen?

3) Eine Opuntie leert des Tages fast die nehmliche Quantität Sauerstoffgas wieder aus, die sie des Nachts eingesogen hat. Sie entwickelt beym Sonnenlicht desto mehr von diesem

w) Ebendas. S. 63.

x) Ebendas. S. 64.

Digitized by Google

diesem Gas, je mehr sie im Finstern davon absorbirt hat, und sie athmet desto weniger aus, je geringer ihr Einathmen war. Die Ausathmung des Sauerstoffgas steht daher mit der Einathmung desselben in Verhältniſs y). — Dieses Resultat steht aber in offenbarem Widerspruch mit der obigen Beobachtung, nach welcher die Quantität des Sauerstoffgas, das die Pflanzen beym Lichte ausathmen, nicht derjenigen, die sie im Finstern eingesogen haben, sondern der, welche bey der Zerlegung des kohlensauren Gas ihrer Atmosphäre entbunden wird, gleich seyn soll. Zwar ist die obige Beobachtung an nicht fleischigen Gewächsen gemacht, das letztere Resultat hingegen aus Versuchen, die mit der Opuntie angestellt sind, abstrahirt. Allein wenn von dieser kein Schluſs auf jene, und von jenen kein Schluſs auf diese gilt, so läſst sich überhaupt aus den obigen Beobachtungen nichts Allgemeines schlieſsen.

Dies sind die Thatsachen, die man für die Meinung von der Ernährung der Pflanzen durch das kohlensaure Gas der Atmosphäre bisher vorgebracht hat. Ich glaube hinreichend gezeigt zu haben, daſs jene Erfahrungen insgesammt eine andere Deutung zulassen, und jetzt werde ich auch

y) Ebendas. S. 73 ff.

auch beweisen, dafs diese Meinung überhaupt ganz unhaltbar ist. Ihr zufolge nimmt die Pflanze beym Sonnenlicht kohlensaures Gas auf, eignet sich den Kohlenstoff desselben an, und haucht den darin enthaltenen Sauerstoff wieder aus; zur Nachtzeit hingegen athmet sie Sauerstoffgas ein, verbindet den Sauerstoff dieser Luft mit dem Kohlenstoff, den sie am Tage sich angeeignet hat, und leert diese Verbindung als kohlensaures Gas aus. Wie ist nun hierbey ein Fortschreiten der Vegetation, wie eine Anhäufung des Kohlenstoffs in der Pflanze möglich? Nach dem langsamen Verkohlen eines Gewächses bleibt ein Gerippe desselben zurück, welches gröfstentheils aus Kohlenstoff zu bestehen scheint. Woher bey jener Hypothese die grofse Menge dieses Stoffs? Antwortet man, dafs vielleicht in der Periode des steigenden Lebens die Aufnahme des Kohlstoffs gröfser ist, als die Entbindung desselben, so widerspricht dieser Voraussetzung die beträchtliche und anhaltende Ausleerung von kohlensaurem Gas durch das keimende Saamenkorn.

Aber es giebt auch Erfahrungen, die geradezu beweisen, dafs der Kohlenstoff ein Produkt der Vegetation ist. Schon Chaptal, Hassenfratz und Sennebier fanden einen grofsen Unterschied in der Menge des Kohlenstoffs zwischen Pflanzen, die im Dunkeln aufgewachsen waren,

waren, und solchen, auf welche das Licht Einfluſs gehabt hatte z). Von Crell verfolgte diese Erscheinung weiter. Er zog eine Sonnenblume (Helianthus annuus), zwey Hyacinthen, drey Pflanzen der Calla palustris und ein Alisma Plantago in destillirtem Wasser auf. Der Saame der Sonnenblume gab eine ganz ausgebildete Pflanze, deren reifer Saame ebenfalls blos in destillirtem Wasser wieder eine vollständige Pflanze lieferte. Die sämmtlichen Erzeugnisse beyder Pflanzen, in verschlossenen Gefäſsen verkohlt, gaben 92 Gran Kohle. Wenn man gleich, sagt von Crell, hiervon allen den Kohlenstoff abzieht, den, nach einer sehr freygebigen Voraussetzung, die Luft der Pflanze durch die Kohlensäure zugeführt haben konnte, so behält man doch einen bedeutenden Ueberschuſs von neu erzeugter Kohle. — Noch deutlicher zeigte sich diese Erzeugung von Kohlenstoff durch die Vegetation bey Versuchen mit Hyacinthenzwiebeln, die in destillirtem Wasser, worüber 50 Cubikzoll atmosphärischer Luft eingeschlossen waren, beym Zutritt des Lichts und der Wärme zum Wachsen gebracht, und nachher bey der chemischen Zerlegung mit andern Zwiebeln, die frisch gewogen und dann an der Luft ausgetrocknet waren, verglichen wurden. Die eine von jenen

Zwie-

z) Thomson's System der Chemie. Uebers. von Wolff. B. 4. S. 272 ff.

Zwiebeln lieferte 47 Gran, die andere 15 Gran Kohle mehr, als sie ohne Vegetation gegeben haben würde, Ueberschüsse, zu welchen die eingeschlossene Luft, worin sich nur ein halber Gran Kohlensäure befand, nichts beygetragen haben konnte. — Aehnliche Versuche mit Calla palustris und Alisma Plantago bewiesen, dafs es das Licht ist, wodurch die Erzeugung des Kohlenstoffs vermittelt wird. Eine im Dunkeln aufgewachsene Calla hatte binnen einer sechszigtägigen Vegetation fast gar nicht an Kohlenstoff zugenommen, da drey andere Pflanzen dieser Art und ein Alisma Plantago, die beym Zutritt des Lichts aufgezogen waren, beträchtlich an Kohlenstoff gewonnen hatten a).

Wir können also jetzt mit Wahrscheinlichkeit das Resultat aufstellen, dafs der Kohlenstoff ein Produkt der Vegetation ist, und dafs die Bildung desselben durch den Einflufs des Sonnenlichts vermittelt wird.

Wie entsteht aber der Kohlenstoff der Gewächse? In welchen Theilen wird er zuerst gebildet? Entstehen aus ihm die übrigen unzerlegbaren Substanzen, die wir in der Mischung der Pflanzen antreffen? Oder haben diese einen andern

a) L. de Crell in Commentat. Societ. Reg. sc. Gotting. recent. Vol. 1. Comm. phys. no. 5.

Digitized by Google

andern Ursprung? Dies sind Fragen, die eine vollständige Theorie der Vegetation genügend zu beantworten haben würde. Ich gestehe, dafs ich diese nicht zu liefern vermag. Was ich geben kann, sind nur einzelne, aus Erfahrungen gefolgerte Sätze.

Es giebt einen dreyfachen Erfahrungsweg zur Entdeckung des Bildungsprocesses der verschiedenen Pflanzentheile. Auf dem einen untersuchen wir zuerst die in dem Zellgewebe der Blätter und der grünen Rinde befindlichen Säfte, die den Stoff zur Bildung aller übrigen Theile liefern; auf dem zweyten verfolgen wir die Veränderungen, welche die Bestandtheile der Saamen und Knollen beym Keimen erleiden; der dritte fängt mit der Zerlegung des im Frühjahre aufsteigenden rohen Pflanzensafts, dem ersten Produkt der erwachenden Vegetation, an. Wir wollen zuvörderst den ersten dieser Wege einschlagen.

In allen Pflanzentheilen, worauf das Licht Einflufs hat, enthalten die Zellen der Blätter und der jüngern Rinde grüne Körner, die in dem ausgeprefsten Saft mancher, besonders saftiger Gewächse zu Boden sinken, so dafs man sie durch Filtriren von der übrigen Flüssigkeit absondern kann. Diese Körner sind den Blutkügelchen der Thiere analog. Wie in den letztern die Farbe des Bluts, so hat in ihnen die Farbe

der

Digitized by Google

der Gewächse ihren Sitz. Getrennt von dem übrigen Saft fliefsen sie in der Wärme zu einer käseartigen Materie zusammen, werden beym Trocknen hornartig und elastisch, und fangen unter Wasser im Sommer sehr bald an zu faulen, wobey sich der Geruch von thierischen Exkrementen entwickelt, und Schwefelwasserstoff nebst koblensaurem Ammonium entbunden wird. So lange sie feucht sind, läfst sich durch Alcohol oder Aether aus ihnen eine grüne Materie ausziehen, welche die Eigenschaften eines Harzes oder Wachses hat, und derjenige Bestandtheil ist, worin die grüne Farbe der Gewächse ihren Sitz hat b).

Eine ähnliche Materie bildet sich auch in der Gestalt von Flocken in ausgeprefsten Pflanzentheilen, woraus sich kein Niederschlag von selber absetzt, wenn man sie in eine Wärme von ohngefähr 50° R. bringt, oder ihnen Alcohol, Säuren, Schwefelwasserstoffwasser, oder Ammonium zusetzt. Diese Materie hat alle Eigenschaften jener Körner, nur dafs sie nicht grün ist, und dafs Alcohol aus ihr keine harzige Theile auszieht. Sie zeigt sich auch in der Gestalt von weissen Körnern in Pflanzentheilen, worauf das Licht nicht gewirkt

b) Proust, Journal de phys. T. (XIII.) 56. p. 97. — Einhof in Gehlen's neuem allgem. Journal der Chemie. B. 6. S. 67.

Digitized by Google

gewirkt hat. Das Licht verwandelt diese weisse Pflanzenmaterie in jene grüne, indem es einem Theil der erstern eine harzige Beschaffenheit giebt. Es scheint hierbey in dem Pflanzenkörper derselbe Procefs statt zu finden, wie in Aufgüssen vegetabilischer und animalifscher Substanzen, worin sich bey dem Einflufs der blofsen Wärme farbenlose infusorische Organismen erzeugen, die keine Spur von harzigen Bestandtheile zeigen, bey der Mitwirkung des Lichts aber Priestley-sche grüne Materie bildet, woraus Alcohol einen grünen Stoff aufnimmt, der, wie Sennebier's Versuche c) beweisen, mit dem harzigen Bestandtheil der grünen Pflanzenkörner übereinkömmt.

Diese, von Proust mit dem Namen des Satzmehls (fecula) belegte Substanz ist der am allgemeinsten im Pflanzenreiche verbreitete Grundtheil, und derjenige, aus welchem die festen Theile der Gewächse vorzüglich gebildet werden. Der ungefärbte, nach der Absonderung des harzigen Wesens zurückbleibende Theil desselben ist der vegetabilische Eyweifsstoff, oder der Kleber (gluten), dieselbe Substanz, die zurückbleibt, wenn Mehl durch Kneten und Ausspülen mit Wasser alles Stärkemehls beraubt wird; den andern harzigen Bestandtheil kann man den grünen Färbestoff der Gewächse nennen.

Indem

c) Journ. de Phys. T. (V.) 48. p. 357.

Indem ich jenen Theil den vegetabilischen Eyweifsstoff nenne, und für einerley mit dem Kleber erkläre, bedarf ich einer Rechtfertigung. Jene Benennung setzt eine Aehnlichkeit oder Gleichheit der flockenartigen Substanz, die sich in ausgeprefsten Pflanzensäften niederschlägt, mit dem thierischen Eyweifs voraus. FOURCROY d) bemerkte jene Aehnlichkeit, und nannte die flokkenartige Substanz Pflanzeneyweifs. PROUST e) widersprach ihm hierin, und zählte mehrere Verschiedenheiten zwischen dieser Materie, die er weisses Satzmehl nennt, und dem thierischen Eyweifs auf, wovon die wichtigsten sind: dafs das letztere in einer niedrigern Temperatur als das erstere und auf eine andere Art gerinnt; dafs das thierische Eyweifs ein freyes Alkali, das weisse Satzmehl hingegen eine freye Säure zeigt; dafs alle Säuren, Ammonium, Schwefelwasserstoffwasser, und alle im Wasser auflösliche Salze das weisse Satzmehl niederschlagen, hingegen in dem thierischen Eyweifs keine Veränderung hervorbringen. Ich kann PROUST's Meinung nicht beytreten. Der thierische Eyweifsstoff und das weisse Satzmehl der Pflanzen sind eine und dieselbe Substanz; nur ist jenes in einem Alkali, dieses in einer Pflanzensäure aufgelöst, und auf dieses

d) Annales de chimie. T. 3. p. 252.

e) A. a. O.

dieses wirken zugleich ätherische Oele und andere Substanzen, die nicht im thierischen Körper vorhanden sind. Blos hiervon rühren die Verschiedenheiten beyder Materien her. Die folgenden Versuche zeigen, dafs, wenn thierisches Eyweifs in einer Säure aufgelöst ist, das Gerinnen auf andere Art erfolgt als in Eyweifs, worauf keine Säure gewirkt hat; dafs auf eine noch andere Art das Vermögen zu coaguliren durch Alkalien modifizirt wird; und dafs Alkalien und Erden, die sonst den Eyweifsstoff auflösen, ihn niederschlagen, wenn er in Säuren aufgelöst ist.

1. Ohngefähr eine Drachme einer Auflösung des Weissen eines Hühnerey in concentrirtem Essig, die mit $1\frac{1}{2}$ Unzen Wasser verdünnt war, gerann zwischen 60 und 70° R. zu ähnlichen, zertheilt in der Flüssigkeit schwimmenden Flocken, wie das Pflanzeneyweifs in ausgeprefsten und erhitzten vegetabilischen Säften; hingegen eine gleiche Menge reines Eyweifs, mit eben so viel Wasser vermischt, gerann bey jener Temperatur zu einer zusammenhängenden Masse.

2. Eine Auflösung einer Drachme Eyweifs in 6 Drachmen einer gesättigten Lauge des ätzenden Natrum wurde mit einer Unze Wasser verdünnt, und zum Kochen gebracht. Das Eyweifs gerann, aber weder zu einer zusammenhängenden Masse, noch zu Flocken, sondern zu einer

Sub-

Digitized by Google

Substanz, welche das Ansehn von zerriebenem Käse hatte.

3. Zu einer käseartigen Substanz wurde auch Eyweifs, welches in einer Mischung von einer halben Drachme Salpetersäure und einer Unze Wasser aufgelöst war, durch kohlensauren Baryt niedergeschlagen.

4. Beym Zugiefsen von 3 Drachmen einer essigsauren Eyweifsauflösung zu 2 Unzen einer Lauge des ätzenden Natrum erfolgte ein Niederschlag von kleinen, weissen Häuten, deren Zahl sich mehrte, nachdem die Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt worden war. Nach dem Erkalten setzte sich ein flockenartiger Bodensatz ab.

Ich könnte diesen Erfahrungen noch mehrere ähnliche hinzufügen. Die vorstehenden sind aber schon hinreichend zum Beweise, dafs der Eyweifsstoff in Hinsicht auf die Form seiner Niederschläge, und auf die Ursachen, wodurch derselbe niedergeschlagen wird, mehrerer Abänderungen fähig ist, und dafs diese Verschiedenheiten nicht auf eine wesentliche Verschiedenheit der präcipitirten Substanz zu schliefsen berechtigen.

Das weisse Satzmehl, oder das Pflanzeneyweifs, halte ich für einerley mit dem Kleber des grünen Satzmehls. Proust f) hat diese Gleich-

f) A. a. O.

Digitized by Google

Gleichheit ebenfalls anerkannt. Einhof g) hingegen hielt beyde Substanzen für verschieden, weil sich nicht das vegetabilische Eyweifs, wohl aber der Kleber in Alcohol auflöst. Allein ich glaube, dafs die Auflöslichkeit des letztern in Weingeist blos von der mit ihm verbundenen harz- oder wachsartigen Materie herrührt. Schon Rouelle h) erinnert, dafs es schwer hält, den kleberartigen und den harzigen Bestandtheil des grünen Satzmehls ganz von einander abzusondern, und nach Macquer's Bemerkung i) zieht der Weingeist auch aus dem Kleber des Mehls bey der Digestion eine geringe Quantität einer Substanz aus, welche die Kennzeichen eines harzigen Oels besitzt. Einhof k) bemerkt auch selber, dafs der Alcohol, der mit Kleber in Beziehung gestanden hatte, milchig geworden wäre: ein Beweis, dafs ein fremdartiger Bestandtheil darin enthalten war.

In einigen Pflanzentheilen zeigt sich das Pflanzeneyweifs mit etwas veränderten Eigenschaften als Stärkemehl (Amylum). Dieses setzt sich bekanntlich aus dem Spülwasser des Mehls von Weitzen,

g) Gehlen's neues allgem. Journal der Chemie. B. 5. S. 138.

h) Journal de Médécine. T. 40. Juillet. p. 59.

i) In dessen Chymischem Wörterbuch. Art. Mehl.

k) A. a. O.

Weitzen, Kartoffeln, Orchiswurzeln und andern nährenden Früchten und Wurzeln zu Boden. Doch ist es auch in den grünen Blättern und Stengeln der krautartigen Pflanzen enthalten l). Man findet es, wie das Satzmehl, in dem Zellgewebe als ein körniges Wesen m). Einerley mit demselben ist die vegetabilische Gallerte, z. B. des Isländischen Mooses n).

Man hat dieses Stärkemehl bisher für ganz verschieden von dem Eyweifsstoff gehalten, und in der That weicht es in mehrern Stücken von dem letztern ab. Es ist auflöslich in heissem Wasser; bey der Destillation desselben entbindet sich kein Ammonium, und in der Wärme geht es in die saure Gährung über. Dies sind Eigenschaften, die nicht der Eyweifsstoff besitzt. Allein von andern Seiten zeigt es Aehnlichkeiten mit diesem, worin sich eine Verwandtschaft beyder Materien nicht verkennen läfst. Alcohol und Naphten schlagen jenes zwar nicht, wie den Eyweifsstoff, vollkommen nieder, bewirken aber doch eine Zusammenziehung desselben; Galläpfelaufgufs

l) Einhof a. a. O. B. 6. S. 116.

m) Link's Grundl. der Anat. u. Physiol. der Pfl. S. 32.

n) Berzelius in Schweigger's neuem Journal für Chemie u. Physik. B. 7. S. 336 ff.

aufgufs erhärtet beyde Substanzen, ohne sie, wie die thierische Gallerte, gänzlich zu fällen; Säuren lösen beyde zum Theil auf, und verwandeln einen Theil derselben in Faserstoff. In denen Stücken, worin das Stärkemehl von dem Eyweifsstoff verschieden ist, nähert es sich theils der thierischen Gallerte, theils dem Schleim. Die Gallerte entsteht, wie wir unten o) sehen werden, aus dem Eyweifsstoff, wenn Säuren bis zu einem gewissen Grad auf diesen wirken, und in Schleim geht der Eyweifsstoff über, wenn er mit reinen Alkalien verbunden und das überschüssige Alkali ihm durch Säuren wieder entzogen wird. Bey der Zerlegung des Stärkemehls findet man darin wirklich auch Kali, und bey der Destillation liefert dasselbe brandige Schleimsäure, zum Beweise, dafs es einen gewissen Grad von Säurung erlitten hat; auch enthält das Wasser, worin man die Stärke bey der Fabrikation derselben gähren läfst, Phosphorsäure p), die zugleich, wie unten erhellen wird, eine Begleiterin der thierischen Gallerte ist. Ich glaube daher, dafs das Stärkemehl in der Reihe der vegetabilischen Grundtheile zunächst auf den Eyweifsstoff folgt, und dafs es sich von diesem durch einen Gehalt an Kali, und durch eine Säurung unterscheidet, die nicht grofs genug sind, um dasselbe in

o) Abschn. 3. Kap. 3. §. 9. dieses Buchs.

p) Vauquelin, Annales de Chimie. T. 38. p. 248.

Digitized by Google

in den Zustand der thierischen Gallerte oder des Schleims zu versetzen.

Die nächste Bildungsstufe nach dem Stärkemehl nimmt das Gummi ein. Nach Bouillon-Lagrange q) wird jenes durch schwaches Rösten dem Mimosengummi ähnlich gemacht. Ich habe diesen Versuch angestellt und gefunden, dafs der Erfolg allerdings einigermaafsen so ist, wie jener Schriftsteller ihn angegeben hat, dafs jedoch das künstliche Gummi dem natürlichen an Auflöslichkeit in kaltem Wasser nicht ganz gleich kömmt. Solches geröstetes Stärkemehl in heissem Wasser aufgelöst und wieder abgekühlt, zog sich zu einer gallertartigen Masse zusammen, indem sich ein Theil des Wassers davon abschied. Auch von dieser Seite war also die ursprüngliche Natur der Stärke durch das Rösten nicht ganz aufgehoben worden. Nach dem Abdampfen und Austrocknen des Rückstandes erhielt ich eine Masse, die im Aeufsern mit dem Mimosengummi völlig übereinkam, aber ebenfalls nicht die Auflöslichkeit desselben in Wasser besafs. Völlig gleich wurde also die Stärke dem Gummi in diesen Versuchen nicht. Es kömmt indefs hierbey ohne Zweifel viel auf den Grad und die Gleichförmigkeit des Röstens an, die gehörig zu treffen schwer hält r).

Von

q) Bulletin de pharmacie. T. 3. p. 395.

r) Aehnliche Bemerkungen hat Döbereiner (in

Schweig-

Von dem Gummi scheint mir der vegetabilische Schleim blos darin verschieden zu seyn, daſs dieser etwas unzersetzten Eyweiſsstoff enthält. Der letztere wird durch das essigsaure Bley zu häutigen Flocken niedergeschlagen. Ich finde, daſs eben dies auch dem Althäenschleim widerfährt, daſs hingegen eine wässrige Auflösung des Mimosengummi von jenem Bleyoxyd blos getrübt wird. Auf denselben Schluſs führen auch Vauquelin's Erfahrungen s), nach welchen das Gummi und der Pflanzenschleim nur darin verschieden sind, daſs dieser eine bedeutende Menge einer an Stickstoff reichen Materie enthält, die keine andere als Pflanzeneyweiſs seyn kann.

Durch Kochen des Stärkemehls mit schwefelsaurem Wasser und nachheriges Sättigen der Säure mit Alkali, nach Kirchhof's bekanntem Verfahren, erhält man eine Materie, die theils aus Zucker, theils aus einer Substanz besteht, welche alle Eigenschaften des Gummi besitzt, ausgenommen die, mit Salpetersäure Schleimsäure zu bilden t). Der Zucker wird hierbey ohne Zweifel durch Oxydation des Stärkemehls gebildet. Dieses

Schweigger's neuem Journ. für Chemie u. Physik. B. 8. S. 207.) gemacht.

s) Ann. de Chimie. T. 80. p. 316.

t) Vogel in Schweigger's neuem Journal für Chemie u. Phys. B. 5. S. 80.

ses geschieht jedoch nicht auf Kosten der Schwefelsäure v), sondern durch Aufnahme von Sauerstoff entweder des Wassers, oder der Luft. Welches von beyden der Fall ist, und ob der Zucker aus dem Stärkemehl unmittelbar entsteht, oder erst gebildet wird, nachdem dieses zuvor durch den Zustand des Gummi gegangen ist, darüber geben die bisherigen Versuche mit Schwefelsäure keinen Aufschlufs. Cruikshank's Versuche über die Verwandlung des Stärkemehls und Schleims in Zucker beym Malzen des Getreides aber lehren, dafs hierbey der Sauerstoff der Atmosphäre absorbirt wird, dafs der Zucker sich von dem Gummi durch einen gröfsern Gehalt an Sauerstoff unterscheidet, und dafs sich dieses in jenen durch Entziehung des Sauerstoffs vermittelst Phosphorkalk und Schwefelalkalien verwandeln läfst w). Es ist hiernach wahrscheinlich, dafs auch bey dem Kochen des Stärkemehls mit schwefelsaurem Wasser der absorbirte Sauerstoff der Luft die Stärke in Zucker umändert, und dafs sie erst zu Gummi wird, ehe sie in Zucker übergeht. Ich glaube aber, dafs nicht blos die Schwefelsäure diesen Uebergang vermittelt, sondern dafs auch der Kalk, der nach dem Kochen zugesetzt wird,

v) Vogel a. a. O. — Pfaff ebendas. S. 94.

w) Nicholson Journ. of nat. Phil. Vol. 1. p. 337.

wird, um die Säure zu neutralisiren, auf die Zuckerbildung einen Einfluſs hat. EINHOF fand, daſs bey der Behandlung des Pflanzenschleims mit Kalk ein zuckerartiger Saft entstand x), und ich glaube bey der Wiederholung der KIRCHHOF-schen Versuche bemerkt zu haben, daſs die eigentliche Zuckerbildung erst bey dem Zusatz des Kalks zu dem schwefelsauren Wasser, worin das Stärkemehl gekocht ist, eintritt.

Aus dem Stärkemehl entsteht ferner bey der Einwirkung von Säuren der vegetabilische Faserstoff. CHAPTAL ist der Erste, der beobachtete, daſs die oxydirte Salzsäure in dem Saft der Euphorbien und mehrerer anderer Pflanzen einen häufigen weissen Niederschlag hervorbrachte, der in Wasser und Alkalien unauflöslich war, und theils die Beschaffenheit eines Harzes, theils die des vegetabilischen Faserstoffs hatte y). Nach ihm fand R. JAMESON, daſs Stärkemehl mit verdünnter Salpetersäure langsam digerirt, zu einer gewissen Zeit einen Niederschlag giebt, welcher die Form der Holzfaser annimmt, und nun nicht mehr in Alkalien auflöslich ist z). Nach meinen eigenen Erfahrungen bildet sich mit jeder nicht

zu

x) GEHLEN's neues allgem. Journ. der Chemie. B. 4. S. 473.

y) Annales de Chimie. T. 21. p. 285.

z) Biblioth. Brittann. Vol. 8. No. 60. p. 141.

Digitized by Google

zu starken Säure, unter Mitwirkung der Luft und einer Temperatur von 60 bis 70° R., auf der wässrigen Auflösung des Stärkemehls eine Haut, die sich ganz wie Faserstoff verhält. Setzte ich Galläpfelaufguſs zu einer Auflösung des Stärkemehls in Wasser, so erzeugte sich auf ihr beym Erkalten eine farbige Haut, die sich immer erneuerte, so oft ich, nach dem Abnehmen der vorigen, die Mischung von neuem aufkochen und erkalten lieſs. Diese Haut verhielt sich ganz wie vegetabilisches Zellgewebe, z. B. des Hollundermarks. Sie wurde von ätzenden Alkalien weder kalt, noch erwärmt, und in der Kälte auch nicht von der Salpetersäure aufgelöst. Mit dieser gekocht ging sie in eine gelbe, bittere Flüssigkeit, wie überhaupt aller Faserstoff, über. — In diesem Versuch war es die Gallussäure, die den Faserstoff aus dem Stärkemehl abschied. Aber auch Salpeter- und Phosphorsäure lieferten mir ihn aus dieser Materie. Eine Auflösung des Stärkemehls in 3 Unzen Wasser mit einer halben Drachme Salpetersäure überzog sich, als sie eine Viertelstunde bis ohngefähr zum 70° R. erhitzt gewesen war, mit einer weissen Haut, die das Ansehn der auf kochender Milch sich erzeugenden Membran hatte, und gegen chemische Reagentien dasselbe Verhalten wie die mit dem Galläpfelaufguſs gebildete Haut zeigte.

Die

Digitized by Google

Die erwähnten vegetabilischen Grundtheile gehen bey fortdauernder Einwirkung von Säuren endlich in die verschiedenen Pflanzensäuren über. Das grüne Satzmehl liefert, nach PROUST, mit Salpetersäure behandelt, Benzoesäure und Sauerkleesäure. In Sauerkleesäure und zugleich in Aepfelsäure wird auch, nach JAMESON, die Stärke durch Salpetersäure verwandelt. Mit Salzsäure geht der Schleim, nach VAUQUELIN, in Citronensäure über.

POULLETIER DE LA SALLE fand, dafs die concentrirten mineralischen Säuren aus dem Kleber eine Substanz abschieden, die den Geruch und die Consistenz solcher fetten Oele hatte, welche den Einflufs mineralischer Säuren erlitten haben a). Diese Beobachtung giebt einige Aufklärung über die Entstehung der öligen und harzigen Substanzen des Pflanzenreichs. Das Licht, welches in Theilen, worauf es unmittelbar wirkt, einen Theil des Klebers in den grünen Färbestoff, eine harzige Materie, umwandelt, scheint da, wo es nicht so unmittelbaren Einflufs hat, statt dieser Substanz fette Oele zu bilden. Diese finden sich auch nur in den Saamenkörnern, also in Organen, die nicht dem Lichte ausgesetzt sind, und sie lassen sich durch Behandlung mit Mineralsäuren in Harze verwandeln. Aus dem harzigen

a) MACQUER's chymisches Wörterb. Art. Mehl.

gen Färbestoff des Klebers werden vielleicht die ätherischen Oele blos durch den Einflufs einer höhern Temperatur abgeschieden. Aus jedem Harz entwickelt sich, wenn es erhitzt wird, ein Oel, das bey wiederholter Destillation die Beschaffenheit eines ätherischen Oels annimmt. Aus der Einwirkung von Säuren auf die ätherischen Oele entstehen ferner mehrere vegetabilische Substanzen, unter andern der Campher. Das salzsaure Gas scheidet aus dem Terpenthinöl eine Materie, die zwar nicht, wie der Entdecker derselben, Kind, glaubte b), mit dem natürlichen Campher ganz einerley c), doch demselben von vielen Seiten so ähnlich ist, dafs man auch auf eine ähnliche Entstehungsart des natürlichen schliefsen darf. Zu denselben Schlufs berechtigt auch die, zwar nicht gleiche, doch immer sehr ähnliche Natur des von Hatchett entdeckten künstlichen Gerbestoffs, den man durch Digestion der Harze mit Salpeter- oder Schwefelsäure erhält, und des natürlichen d).

Wir sehen also, dafs alle allgemeinern Grundtheile der vegetabilischen Körper ihre Entstehung aus

b) Trommsdorff's Journal der Pharmacie. B. 2. S. 132.

c) Gehlen in dessen Journal für Chemie. B. 6. S. 458. — Thénard, Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 27.

d) Hatchett, Philos. Transact. Y. 1805. 1806. — Vergl. Chevreul, Ann. de Chimie. T. 72. 73.

aus dem Eyweifsstoff haben. Aber wie der Eyweifsstoff selber gebildet wird, darüber geben die bisherigen Untersuchungen keinen Aufschlufs. Diesen können wir nur auf den beyden übrigen der Wege, die zur Entdeckung der vegetabilischen Grundtheile führen, erhalten. Vergleichen wir zuerst die Substanzen mit einander, die sich in den Saamen und Knollen vor und nach dem Keimen befinden, so zeigt sich hier erst ein Uebergang des Schleims und Zuckers in Stärkemehl, und dann wieder eine rückgängige Verwandlung des letztern in jene. Nicht völlig ausgewachsene Knollen, z. B. der Kartoffeln, und die unreifen Saamen des Getreides und der Hülsenfrüchte enthalten mehr Schleim und Zucker als die reifen e). In den letztern giebt es dagegen mehr Stärkemehl. Dieses wird wieder beym Keimen der Kartoffeln zersetzt. Man trifft keine Spur desselben in den Wurzeln und dem Kraut an; dagegen enthalten jetzt die Knollen einen süfsen Schleim f).

Unter-

e) Die Keimfeuchtigkeit der Erbsen besteht gröfstentheils aus Syrup. (Einhof in Gehlen's neuem allgem. Journ. der Chemie. B. 6. S. 120.)

f) Einhof a. a. O. B. 4. S. 199., und in Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik u. Mineral. B. 5. S. 341.

Digitized by Google

Untersuchen wir den im Frühjahr aufsteigenden rohen Pflanzensaft g), so finden wir in diesem Kohlenstoff, und zwar theils als Kohlensäure, theils mit Sauerstoff und Wasserstoff verbunden als essigte Säure, in beyden Fällen aber mit Kali und Natron vereinigt, und aufserdem noch Zuckerstoff nebst einer vegetabilischen Materie, die JOHN in dem Birkensaft für Schleim und Eyweifsstoff, DEYEUX in dem Saft der Hainbuche und des Weinstocks für eine dem Kleber des Mehls ähnliche Substanz annimmt. Die essigte Säure scheint aber, nach DEYEUX's Beobachtungen, nicht schon gebildet in dem Saft enthalten zu seyn, sondern erst beym Zutritt der Luft zu entstehen. VAUQUELIN's Versuche mit Ulmensaft führten auf das merkwürdige Resultat, dafs darin die Quantität der vegetabilischen Materie mit zunehmender Vegetation zunahm, indem sich die des essigsauren Kali und der kohlensauren Kalkerde verminderte. So nimmt auch, nach KNIGHT's

g) Den Saft der Hainbuche (Carpinus Betulus L.) und des Weinstocks untersuchte DEYEUX (Journ. de Pharm. T. I. p. 46.), den der Ulme (Ulmus campestris L.), der Buche (Fagus sylvestris L.), der Hainbuche, der weissen Birke (Betula alba L.) und des Kastanienbaums VAUQUELIN (Ann. de Chimie. T. 31. p. 20.), und den der weissen Birke JOHN (Chemische Untersuch. mineral. vegetab. u. animalischer Substanzen. 2te Forts. S. 4 ff.).

Digitized by Google

Knight's Erfahrungen an Birken und Ahornen, der Saft dieser Bäume an specifiquer Schwere und an Süfsigkeit desto mehr zu, je höher er im Stamme aufsteigt h). Der rohe Pflanzensaft schreitet also zu den höhern Stufen der vegetabilischen Organisation fort, indem sich erst in ihm Kohlenstoff bildet, dann Zucker und Schleim, hierauf Stärke und Satzmehl. Aus den beyden letztern Substanzen entstehen auf dem entgegengesetzten Wege die sämmtlichen festen und flüssigen Theile des Pflanzenkörpers.

Nehmen wir jetzt alles zusammen, was wir bisher über die Ernährung der Pflanzen Wahrscheinliches ausgemacht haben, so ergiebt sich folgende allgemeine Theorie der Vegetation: Die aus der Luft und dem Boden aufgenommenen Nahrungsstoffe vereinigen sich in den Gefäfsen der Oberhaut zu einer wässrigen Flüssigkeit, deren Hauptbestandtheil Kohlensäure ist. Diese gelangt in die grofsen Gefäfse und hieraus in das Zellgewebe, indem sich auf ihrem Wege immer mehr gummöse und zuckerartige Theile in ihr entwickeln. In dem Zellgewebe bildet sich aus diesem Gummi und Schleim auf eine noch unbekannte Art Stärkemehl, Eyweifsstoff und Satzmehl. Die letztern Substanzen sind aber, insofern sie zur Ernährung dienen, nicht als Niederschläge,

h) Philos. Transact. Y. 1803. P. 1. p. 88.

schläge, sondern aufgelöst in den Zellen enthalten. Als körnige Niederschläge zeigen sie sich nur, wenn die auflösende Kraft der Flüssigkeit, worin sie befindlich sind, nicht hinreichend ist, sie aufgelöst zu erhalten. Aus dem Zellgewebe werden sie von den Fasergefäfsen aufgenommen, in welchen sie von neuem eine Umwandlung in Gummi, Zucker, Faserstoff, Oele, Pflanzensäuren u. s. w. erleiden. Diese neuen Produkte werden entweder als Faserstoff in die Zwischenräume der festen Theile abgesetzt, und zum Ersatz, oder zur Vergröfserung der letztern verwandt; oder sie werden theils auf der Oberfläche der Pflanze excernirt, wie mit dem Reif und Firnifs, der die Blätter und Früchte vieler Pflanzen überzieht, so wie mit der Kichernsäure der Fall ist; theils sammeln sie sich, wie bey den Nadelhölzern, den Asklepiadeen, Euphorbiaceen u. s. w. in eigenen Gefäfsen oder Zellenlagen an; theils durchdringen sie die ganze Substanz der Wurzel, des Stamms, der Blätter, oder der Früchte.

Eine Materie der letztern Art, welche mehr oder weniger durch alle Theile der Pflanze verbreitet ist, besitzt jedes Gewächs. Man kann sie das herrschende Princip (Principium rector) der Pflanze nennen. Sie ist keinesweges immer ein Stoff von eigener Beschaffenheit i). Bey einigen

i) Fourcroy, Ann. de Chimie. T. 26. p. 232.

gen Gewächsen ist sie ein ätherisches Oel, bey andern Campher, Gerbestoff u. s. w. Oft reagirt gegen sie nur der thierische Körper, und es ist keine völlige Trennung derselben von den übrigen Bestandtheilen möglich. Immer modifizirt sie die Natur aller übrigen Materien der Pflanze. Daher rührt es, daſs kein Pflanzenschleim, kein fettes oder ätherisches Oel, kein Harz u. s. w. dem andern ganz gleich ist k), und daſs es so schwer hält, reine Charaktere der vegetabilischen Grundtheile anzugeben. Bey vielen Pflanzen läſst sich das herrschende Princip durch Digestion mit Wasser oder Weingeist ausziehen. Die Beschaffenheit dieses Extrakts steht in manchen Fällen mit der Struktur der Pflanze in einer gewissen Beziehung. Doch giebt es auch viele Fälle, wo dies nicht statt findet. Die Familie der Solaneen enthält unter den giftigsten Pflanzen auch das milde Verbascum, und zu den, meist so giftigen Nachtschattenarten gehört auch die nährende Kartoffel.

Diese Unabhängigkeit der chemischen Eigenschaften mancher Pflanzen von ihrer Struktur verdient die gröſste Aufmerksamkeit. Erwägt man, daſs die Form immer in unzertrennlicher Verbindung mit der Mischung stehen müſste, wenn es nichts

k) Link's kritische Bemerkungen zu Sprengel's Werk über den Bau der Gew. S. 28.

nichts Höheres gäbe, wovon beyde abhiengen, so ist kaum zu glauben, dafs sich aus der Struktur der Gewächse in Betreff ihrer Ernährung viel erklären läfst. An dieser Unzulänglichkeit aller, blos von der Organisation hergenommenen Erklärungen des Ernährungsprocesses ist aber auch aus andern Gründen nicht zu zweifeln. Es bilden sich Infusionsthiere in formlosen Flüssigkeiten beym Zutritt der blofsen Wärme, und diese erhalten bey der Einwirkung des Lichts das Vermögen, Sauerstoffgas zu entwickeln. In dem keimenden Saamenkorn giebt es keine Spiralgefäfse, so lange die Säfte noch blos zur Bildung der Wurzel verwandt werden. Erst mit der Bildung des Stamms fängt die Entstehung derselben an. Der Trieb der Säfte nimmt also schon eine andere Richtung an, ehe diese Gefäfse vorhanden sind; sie sind nicht Ursache der Entstehung des Stamms, sondern Mitwirkung derselben Ursache, worin diese begründet ist. So verhält es sich mit allen Theilen. Die Kraft ist früher vorhanden, als das Organ; dieses ist nur der bleibende sichtbare Ausdruck derselben.

Aber mit der Bildung des Organs treten allerdings Wirkungen ein, die vorher nicht statt fanden. Vorzüglich scheinen es Galvanische Actionen zu seyn, die im Innern des Pflanzenkörpers vorgehen, und mancherley Zersetzungen und Ver-

 bindun-

bindungen hervorbringen. Solche Actionen müssen in den Säften jedes sich berührenden Zellenpaars, zwar nur in geringem, doch immer in einigem Grade vorhanden seyn. Sie müssen an den in unmittelbarer Berührung stehenden Wänden zweyer Zellen oder Gefäfse statt finden, und es mufs hier eben so ein Uebergang der entbundenen Elementarstoffe durch diese Wände geschehen, wie in der Voltaischen Säule durch eine Blase, wodurch zwey in der Kette befindliche Wassermassen von einander getrennt sind. Dieser Durchgang der Grundstoffe durch häutige Scheidewände ist überhaupt in der ganzen lebenden Natur das Mittel, wodurch gänzliche Veränderungen der Mischung von Flüssigkeiten bewirkt werden. Nie tritt eine solche Umwandlung ein, wo ein Gefäfs sich unmittelbar in ein anderes öffnet, wenn nicht etwa, wie im Nahrungscanal, der Flüssigkeit des erstern andere verschiedenartige Säfte zugemischt werden. Ein mechanisches Durchschwitzen bey jenem Uebergang anzunehmen, ist ganz und gar unrichtig.

Es mufs ferner in dem Pflanzenkörper ein entgegengesetztes elektrisches Verhältnifs zwischen dem Stamm und der Wurzel statt finden, und indem die grofsen Gefäfse von den Zellen der Wurzel zu den Zellen des Stamms gehen, dieselben

Digitized by Google

ben mit einander verbinden und in Wechselwirkung setzen, müssen dadurch wieder andere chemische Processe eingeleitet werden. Dieser Hypothese gemäfs gehören auch Oxydationen und Desoxydationen zu den Hauptprocessen, wodurch der rohe Pflanzensaft in die verschiedenen vegetabilischen Materien verwandelt wird. Doch glaube ich nicht, dafs jene Processe die einzigen bey dieser Verwandlung sind. Metalle zersetzen bey einer hohen Temperatur das Ammonium, ohne diesem Gas einen wägbaren Stoff zu entziehen oder mitzutheilen l). Diese Thatsache beweist, dafs es Actionen giebt, die den Galvanischen ähnlich sind, wobey aber der Sauerstoff nicht mit wirksam ist, und die sich nicht auf die Grundbedingung des Galvanismus, Einflufs zweyer ungleichartigen festen Körper auf einen flüssigen, oder zweyer verschiedenen flüssigen auf einen festen, zurückführen lassen. Vielleicht sind diese Actionen in der ganzen Natur weit thätiger, als wir bisher ahneten.

Auf alle Vegetationsprocesse hat ohne Zweifel das Licht den wichtigsten Einflufs. Dieses scheint hierbey, wie bey vielen chemischen Zersetzungen und Verbindungen

l) Thénard, Annales de Chimie. Ann. 1813. Janv. p. 61.

gen m), einer Hitze von 100 bis 200° R. gleich zu wirken. Man begreift also, wie bey der Vegetation in einer sehr niedrigen Temperatur Produkte entstehen können, welche die Kunst nur vermittelst eines hohen Wärmegrades hervorzubringen vermag.

Alle diese Kräfte sind und bleiben aber nur untergeordnete. Man täuscht sich, wenn man sich mit der Hoffnung schmeichelt, dafs mit der Erforschung derselben das Geheimnifs der Vegetation ganz wird enthüllet werden. Was sich bey dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse aus der Voraussetzung des Wirkens Galvanischer Actionen und anderer Kräfte der todten Natur im vegetabilischen Organismus erklären läfst, ist auch nur der geringste Theil der zu erklärenden Erscheinungen. Nicht nur das Hauptproblem der Vegetation, die Erzeugung des Kohlenstoffs, bleibt bey diesen Hypothesen unaufgelöst, sondern auch die Entstehung vieler andern, in den Pflanzen vorkommenden Materien, besonders der Kiesel-, Thon- und Bittererde, und des Eisens, läfst sich dabey nicht nachweisen. Dafs diese Substanzen eben so wenig als der Kohlenstoff immer von aussen aufgenommen sind, wird durch mehrere wichtige Erfahrungen wahrscheinlich gemacht.

SCHRA-

m) Gay-Lussac et Thénard Recherches physico-chimiques. T. 2. p. 186.

Schrader fand in Roggen, der blos in kohlensaurem Wasser aufgezogen war, nicht nur alle Bestandtheile, welche der auf dem Felde gewachsene Roggen liefert, sondern auch in jenem fast dreymal so viel Kieselerde, als in dem letztern n), und Einhof Kalkerde in Pflanzen, die auf einem Boden gewachsen waren, welcher keine Spur von dieser Erde zeigte o). Braconnot erhielt aus Senfkörnern, die er in reine Bleyglätte, in Schwefelblumen, in feine Schrotkörner und in feinen, weissen Sand, der vorher durch Salzsäure von allen Kalktheilen gereinigt war, gesäet, mit destillirtem Wasser begossen, und mit Glaskasten oder Glocken bedeckt gehalten hatte, Pflanzen, die blühten, Saamen ansetzten, und bey der chemischen Zerlegung Kohle, Alkali, Eisenoxyd, kohlen- und phosphorsauren Kalk, Bitter-, Kiesel- und Thonerde lieferten p).

Zwar könnte der beträchtliche Ueberschufs an Kieselerde in Schrader's Versuchen von den porcellanenen Gefäfsen, worin der Roggen aufgezogen war, herrühren. Gläser mit Wasser, worin man

n) Hermbstädt's Archiv für Agriculturchemie. B. 1. S. 85.

o) Gehlen's neues allgem. Journal der Chemie. B. 3. S. 563.

p) Gehlen's Journal der Chemie. B. IX. S. 130.

man Pflanzen eine längere Zeit vegetiren läfst, verlieren immer an Durchsichtigkeit. Es ist also möglich, dafs sich in Wasser, worin Pflanzen wachsen, eine Materie erzeugt, wodurch etwas Kieselerde aufgelöst wird. Man kann auch, wie Davy gethan hat, alle salzige, erdige und metallische Bestandtheile der Gewächse in Schrader's und Braconnot's Versuchen von mineralischen Stoffen ableiten, die in der Luft, im destillirten Wasser, im reinsten Sande, und überhaupt in jedem Medium, worin Pflanzen vegetiren können, aufgelöst bleiben. Aber man mufs wenigstens zugeben, dafs diese Einwürfe auf Folgerungen führen, die unwahrscheinlicher als die bestrittene Meinung sind.

Es giebt freylich einen Umstand bey solchen in blofsem Wasser wachsenden Pflanzen, der beweiset, dafs der Boden nicht blos insofern er Wasser und Kohlensäure besitzt, die Vegetation unterhält. Die meisten jener Gewächse kommen nicht völlig zur Reife, und liefern selten reifen Saamen q). Hiermit übereinstimmend ist auch die Erfahrung, dafs die Pflanzen erst dann den Boden erschöpfen, wenn sie Blüthen und Früchte ansetzen, und dafs viele Gewächse einer eigenen Mischung des Bodens zu ihrem Fortkommen bedürfen.

q) Link's kritische Bemerkungen zu Sprengel's Werk über den Bau der Gew. S. 36.

dürfen. Allein man mufs immer zwischen formellen und materiellen Bedingungen der Vegetation unterscheiden. Ein Stoff kann von der Pflanze aufgenommen werden, um gewisse chemische Processe zu vermitteln, ohne selber in die Produkte dieser Processe als wesentlicher Bestandtheil mit einzugehen. Wie ein geringer Zusatz von Kohlensäure zu dem Wasser, worin Gewächse vegetiren, das Wachsthum derselben befördert, und dadurch die Erzeugung von Kohlenstoff in den Pflanzen beym Einflufs des Lichts vermittelt, so kann auch ein kalkhaltiger Boden bey manchen Gewächsen die Bildung von Kalkerde befördern, ohne selber einen erheblichen Beytrag zu dem Kalkgehalt der Pflanze zu liefern. Wie ist es sonst auch zu erklären, dafs Saussure r) in Gewächsen von einem Kalkboden, worin sich noch nicht 0,02 Theile Kalkerde befanden, fast eben so viel Kalkerde fand, als in Pflanzen, die auf einem Boden gewachsen waren, der über 0,24 Theile enthielt, und dafs in dem Boden, worin die Pflanzen vegetirt hatten, Erden befindlich waren, die sich weder vorher in ihm, noch nachher in den Gewächsen entdecken liefsen?

Doch es ist Zeit, uns zur Untersuchung des Ernährungsprocesses der Thiere zu wenden. Ist eine

r) Journal de Physique. T. (VIII.) 51. p. 9.

eine Theorie der Ernährung bey dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse möglich, so läſst sich diese wenigstens nicht aus den Erscheinungen eines einzelnen Naturreichs, sondern nur aus einer Zusammenstellung des Gemeinschaftlichen und Verschiedenen aller Reiche und Classen der lebenden Körper ableiten.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Die animalische Ernährung.

Erstes Kapitel.

Das Athemholen und die Hautausdünstung.

§. 1.

Mechanismus des Athemholens und der Hautausdünstung.

Die vornehmste materielle Bedingung des Pflanzenlebens ist Wasser. Das Thier aber bedarf zu seiner Existenz, mehr noch als des Wassers, einer Luft, die Sauerstoff enthält, und welcher dieser Bestandtheil durch einfache Verwandtschaft entzogen werden kann, und zwar steht das Bedürfniſs einer solchen Luft im geraden, das des Wassers aber im umgekehrten Verhältniſs mit der Stufe der Organisation, worauf sich das Thier befindet. Diese Sätze sind Resultate der Untersuchungen, die wir im zweyten Buche über die allgemeinen Bedingungen des Lebens angestellt haben a). Zuerst nun entsteht die Frage: Welche Ver-

a) Biologie. Bd. 2. S. 456 ff.

Digitized by Google

Veränderungen jene sauerstoffhaltige Luft erleidet, die dem Thier nothwendiges Bedürfniſs ist?

Bey den Säugthieren, den Vögeln, den ausgewachsenen Amphibien und denjenigen Mollusken, welche Lungen besitzen, wird diese Luft von der Geburt an bis zum Tode abwechselnd aufgenommen und wieder ausgeleert, das heiſst, es findet hier ein beständiger Wechsel von Einathmen und Ausathmen statt.

Die Schnelligkeit dieses Wechsels ist verschieden sowohl bey den verschiedenen Thierclassen, als bey den verschiedenen, zu einerley Art gehörigen Individuen. Bey dem Menschen variirt die Zahl der Inspirationen in einer Minute, nach SEGUIN's und LAVOISIER's Beobachtungen t), von 11 bis 20. Ich fand im December bey einer mäſsigen Wärme vor dem Abendessen die Zahl der Inspirationen in einer Minute bey mir selber 20, und bey einer andern Person 14 v). Bey dem Igel zählte man höchstens 7 w), bey einem Esel 12, bey einem Pferde 16, bey einer

t) Bulletin des sciences par la Soc. philomath. A. 1797. Avril. p. 8.

v) Cf. HALLER Elem. Phys. T. III. L. 8. S. 4. §. 29. p. 289.

w) Nat. Gesch. der in der Schweitz einheimischen Säugth. von RÖMER u. SCHINZ. S. 126.

Digitized by Google

einer jungen Katze 43, und bey Vögeln 25 bis 50 Athemzüge in einer Minute x). Frösche athmen 60 bis 100mal während eines solchen Zeitraums y).

Eben so verschieden ist die Menge der bey jedem Athemzug aufgenommenen Luft. Bey dem Menschen setzt Borelli z) diese auf 20, Goodwyn a) auf 14, Menzies b) mit Jurin c) auf 40 Kubikzoll. Nach Seguin's und Lavoisier's Versuchen d) variirt sie von 16 bis 130 Kubikzoll. Abilgaard e) fand sogar durch Versuche an sich selber, dessen Brust, wie er sagt, zu den kleinen gehörte, daſs er bey jedem Athemzug nicht mehr

x) Haller l. c. p. 290.

y) Von Humboldt über die gereitzte Muskel- und Nervenfaser. Th. 2. S. 279. — R. Townson observ. physiol. de amphibiis. P. 1. p. 21. — Von der Rana arborea sagt Townson: Tam celeres sunt motus gulae, ut plane numerari non possint.

z) De motu animal.

a) Erfahrungsmäſsige Untersuch. der Wirkungen des Ertrinkens. A. d. Engl. S. 32. 33.

b) Tentam. physiolog. de respiratione. Edinb. 1791.

c) Dissertat. physico-mathem. Lond. 1732.

d) A. a. O.

e) Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv f. Natur- und Arzneywissensch. B. 1. St. 1. S. 205.

mehr als 3 Kubikzoll Luft einathme, eine Quantität, die gerade nur zureicht, um die Luftröhre zu füllen. Davy f) konnte, wenn er die Lunge vorher durch gewaltsames Aushauchen möglichst frey von Luft gemacht hatte, auf Einen Athemzug, bey einer Temperatur von 61° F. 141 Kubikzoll Luft einathmen. Beym natürlichen Respiriren athmete er im Mittel aus zwanzig Versuchen bey jedem Athemzug 16 Kubikzoll Luft ein. Man sieht, daſs dieses Resultat ziemlich genau mit dem der Versuche von Seguin und Lavoisier übereinstimmt, von Jurin's und Menzies's Angabe aber bedeutend abweicht. Diese Abweichungen rühren zum Theil gewiſs von der verschiedenen Capacität der Lungen bey verschiedenen Individuen, noch mehr aber wohl von der Verschiedenheit des zur Bestimmung der geathmeten Luftmenge angewandten Verfahrens her g). Der von Menzies hierzu gewählte Apparat scheint indeſs die meiste Genauigkeit zu versprechen. Wir werden daher vermuthlich der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir die Menge der von gut

f) Researches chemic. and philosoph. chiefly concerning nitrous oxide and its respiration. Lond. 1800. p. 331.

g) Eine Critik dieser Verfahrungsarten hat Bostock (Vers. über das Athemholen. A. d. Engl. übers. von Nolde. Erfurt. 1809. S. 22 ff.) geliefert.

Digitized by Google

gut gebauten und ruhig athmenden Menschen bey jeder Inspiration eingezogenen Luft auf 30 bis 40 Kubikzoll schätzen.

Jener Wechsel von Aufnahme und Ausleerung der Luft erfordert eine gleichzeitige Vergröfserung und Verkleinerung der Lungen über und unter ihren mittlern Zustand, und der letztere eine Veränderung der Brusthöhle. Das Hauptorgan, wodurch die Capacität des Thorax verändert wird, ist das Zwerchfell. Bey dem gesunden, ruhig athmenden Menschen bewirkt dasselbe fast allein die Respiration. Dieser Muskel, der die Brusthöhle von der Bauchhöhle trennt, und die Basis des von der erstern gebildeten Afterkegels ausmacht, befindet sich in einem beständigen Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung. Bey seiner Contraktion wird er flacher, da er vorher gewölbt war, treibt die Eingeweide des Unterleibes nach unten und nach vorne, und vergröfsert die Höhe der Brusthöhle um eben so viel, als er die der Bauchhöhle verkleinert. Zugleich zieht er die untern falschen Rippen und den Knorpel des Brustbeins, wenn dieser noch beweglich ist, einwärts nach dem Rückgrat herauf h). Schon hierdurch wird die Cavität des Thorax um ein Beträchtliches erweitert i). Die Action des Zwerchfells wird aber noch

h) Haller l. c. L. 8. S. 1. §. 56. p. 83.

i) Haller ibid. S. 4. §. 6. p. 232.

noch durch eine gleichzeitige Zusammenziehung der Intercostalmuskeln unterstützt, welche theils verhindert, dafs die Rippen durch die Bauchmuskeln nicht herabgezogen werden, theils auch die Brusthöhle durch Hinaufziehung des zweyten und der folgenden zehn Rippenpaare zu dem ersten, das durch die Rippenhalter (Musculi scaleni) und vielleicht auch durch die Schlüsselbeinmuskeln festgehalten wird, erweitert. Diese Erweiterung geschieht sowohl nach beyden Seiten, als nach vorne; nach beyden Seiten, indem die Rippen, mit ihren Enden auf dem Brustbein und der Wirbelsäule gestützt, ihre im Zustand der Ruhe niederwärts gekehrten mittlern Theile aufrichten; nach vorne, indem sie bey dieser Umdrehung mit ihren elastischen Knorpeln von beyden Seiten gegen das Brustbein drücken, und dieses von der Wirbelsäule entfernen k).

So wird die Brusthöhle durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und der Intercostalmuskeln nach jeder Dimension erweitert, doch beym ruhigen Einathmen weit mehr nach unten, als nach vorne und nach den Seiten. Da nun die Oberflächen der Lungen mit den innern Wänden der Brusthöhle in unmittelbarer Berührung stehen, und die Luft ihrer Zellen mit der äussern Luft

k) Ibid. S. 1. §. 7. p. 23. — §. 8 sq. p. 28 sq. — S. 4. §. 9. p. 238.

Luft Gemeinschaft hat, so mufs diese bey der Erweiterung des Thorax in die Zellen dringen und die Lungen ausdehnen l).

Die Rückkehr des Zwerchfells und der Intercostalmuskeln aus dem Zustande der Contraktion in den der Ausdehnung bewirkt das Ausathmen. Die Brusthöhle wird hierbey von allen Seiten wieder verengert; die Lungen werden zusammengedrückt, und die aufgenommene Luft mufs also wieder entweichen m). Eine gewisse, und nicht unbeträchtliche Quantität der letztern bleibt aber immer zurück. Man sieht dies, wenn man an einem Leichnam in beyde Säcke des Brustfells einen Einschnitt macht. Die Atmosphäre dringt dann durch diese Wunden augenblicklich in die Brusthöhle, prefst die Lungen zusammen, und treibt aus denselben durch die Luftröhre die nach dem letzten Ausathmen zurückgebliebene Luft hervor.

Nach Kite n) beträgt dieser Rückstand 87, nach Goodwyn o) 90 bis 125 Kubikzoll. Davy p) schätzt

l) Ibid. S. 4. §. 7. p. 236. — §. 11. p. 243.

m) Ibid. §. 20 sq. p. 274 sq.

n) Ueber die Wiederherstellung scheinbar todter Menschen. A. d. Engl. Leipzig. 1790. S. 19.

o) A. a. O. S. 27.

p) A. a. O.

schätzt sie nur auf 31,8 Kubikzoll, die eine Temperatur von 59° Fahr. haben. Aber diese Schätzung ist auf Respirationsversuchen mit Wasserstoffgas gebauet, die kein so genaues Resultat liefern konnten, als diejenigen, worauf Kite's und Goodwyn's Angaben beruhen. Das Athmen dieses Gas erregt ein unangenehmes Gefühl in der Brust, einen kurzen Verlust der Muskelkraft, und zuweilen einen vorübergehenden Schwindel. Es kann also schwerlich von demselben eine so grofse Quantität, wie von der atmosphärischen Luft, aufgenommen werden. Auch mufste vor dem Einathmen des Wasserstoffgas von der vorigen Respiration eine Quantität Luft in den Lungen übrig seyn, die Davy zwar durch ein gewaltsames Ausathmen auszuleeren suchte, die sich aber dadurch gewifs nicht ganz wegschaffen liefs, und die er willkürlich auf 7,8 Kubikzoll schätzt.

Ein ähnlicher Wechsel von Zusammenziehung und Erweiterung, wie beym Athemholen im Zwerchfell und den Brustmuskeln statt findet, geht bey dieser Funktion auch im Kehlkopf und in der Luftröhre vor sich. Beym Einathmen erweitert sich die Stimmritze und wird rund; beym Ausathmen verengert sie sich wieder, indem sich die beckenförmigen Knorpel (Cartilagines arytaenoidei) einander nähern q). Die Luftröhre wird beym

q) Le Gallois Expériences sur le principe de la vie, à Paris 1812. p. 241.

Digitized by Google

beym Einathmen kürzer und weiter, beym Ausathmen länger und enger r).

Wie bey den Säugthieren der Zwerchmuskel das Hauptorgan der Respiration ist, so sind bey den Vögeln, die ein häutiges Diaphragma haben, und deren Lungen mit dem Brustfell zusammenhängen, die Intercostalmuskeln die vornehmsten Werkzeuge des Athemholens. Bey diesen ist daher mit jeder Inspiration eine weit stärkere Erhebung der Rippen und des Brustbeins verbunden, als bey den übrigen Säugthieren s). Daſs übrigens bey diesen Thieren die eingeathmete Luft aus den Lungen in die Spuhlen der Federn und in die markleeren Höhlen der Knochen dringt, ist schon im ersten Buche bemerkt worden t).

Auf eine noch andere Art geschieht das Athemholen bey den Amphibien. Nur die Crocodile scheinen noch vermittelst eines dem Diaphragma ähnlichen Muskels zu respiriren. Bey diesen Thie-

r) Bremond, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1739. p. 343.

s) Swammerdamm de respirat. S. 2. C. 4., in Mangeti Bibl. anat. T. 2. p. 161. — C. Bartholini Diaphragm. structura nova. P. 2. S. 1. Ibid. p. 12, 13. — Haller l. c. L. 8. S. 4. §. 9. p. 259.

t) Biologie. Bd. 1. S. 229.

Thieren erstrecken sich von dem untern und hintern Rande der beyden Lappen, woraus die Leber besteht, über die convexe Oberfläche derselben bis zum untern Ende des Brustbeins, zwey Muskeln, die bey ihrer Zusammenziehung die Leber niederdrücken, und dadurch den Raum der Brusthöhle erweitern v). Bey den übrigen Amphibien geht das Athemholen auch dann noch, wenn die Brust- und Bauchhöhle geöffnet, und die Lungen gänzlich entblöſst sind, also unabhängig von den Bewegungen des Thorax von statten. Nach Morgagni's w), Herholdt's x) und Townson's y) Untersuchungen ist es hier die Höhle des Mundes, durch deren Erweiterung und Verengerung die Respiration hervorgebracht wird. Beym Einathmen verschlieſsen jene Thiere den Mund, und vergröſsern den innern Raum desselben, indem sie die in der Höhle der untern Kinnlade liegenden Muskeln und Membranen nach aussen ziehen. Die äussere Luft dringt hierauf durch die offenen Nasenlöcher in den Rachen. Jetzt ver-

v) Geoffroy, Annales du Muséum d'Hist. nat. T. 2. p. 49.

w) Advers. anat. V. 29. p. 42.

x) Bulletin des sc. de la Soc. philom. A. VII. n. 30. p. 42. Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv für Naturkunde u. s. w. Bd. 2. St. 1. S. 48.

y) Obs. physiol. de amphib. P. 1. p. 19 sq.

verschliefst das Thier die Nasenlöcher, und verengert wieder den innern Raum des Mundes und des Rachens durch Einwärtsziehen der weichen Theile der untern Kinnlade und Aufheben der Luftröhre. Eine Folge hiervon ist, dafs die eingeschlossene Luft zusammengedrückt wird, und vermöge ihrer Elasticität einen Ausweg sucht, den sie auch findet, indem sie durch die offene Luftröhre in die Lungen dringt und diese ausdehnt. Die Amphibien inspiriren also durch Erweiterung des Mundes, so wie die Säugthiere und Vögel durch Erweiterung der Brust, und wie bey den Säugthieren das Athemholen aufhört, wenn die äussere Luft in den Zwischenraum zwischen dem Thorax und den Lungen gelangt, so tritt bey den Amphibien ein Stillstand dieser Funktion ein, wenn ihnen das Verschliessen des Mundes unmöglich gemacht wird. Die Exspiration übrigens kann bey diesen Thieren nicht anders, als durch eine Contraktion der Lungen selber geschehen.

Bey einigen Amphibien bleibt die eingeathmete Luft, wie bey den Vögeln, nicht blos auf die Lungen beschränkt, sondern geht in die Zwischenräume zwischen der äussern Haut und den Muskeln über. Dies gilt besonders vom Chamäleon, bey welchem diese Zwischenräume von der inspirirten Luft so vollkommen und so allgemein

 durch-

durchdrungen werden, daſs Alles, bis auf die Enden der Beine und des Schwanzes, ja bis auf die Augen, die mehr Rundung erhalten und weiter hervorspringen, damit angefüllt wird z).

Den Säugthieren und Vögeln ist das Athemholen eine so nothwendige Funktion, daſs es ohne Lebensgefahr nicht unterbrochen werden darf. Anders aber verhält es sich mit demselben bey den Amphibien. Diese können ohne nachtheilige Folgen ihr Athemholen einschränken, oder gar auf einige Zeit ganz aufheben. Von Humboldt a) sahe einen Frosch, der in atmosphärischer Luft unter einer Glocke 62 mal in der Minute einathmete, in einer Luft, die nur 0,19 Theile Sauerstoffgas enthielt, die Zahl seiner Inspirationen in der ersten Minute auf 27, in der zweyten auf 18, in der dritten auf 16 einschränken.

Bey allen diesen Thieren kann das Einathmen, und bey den Säugthieren und Vögeln auch das Ausathmen durch eine blos leidende Bewegung der Lungen vor sich gehen. Nur bey dem Ausathmen der meisten Amphibien müssen wir eine thätige Bewegung dieser Organe annehmen. Daſs aber jene Bewegungen blos leidend seyn können, bewei-

z) Golberry's Reise durch das westl. Afrika. Uebers. von Bergk. Th. 2. S. 10.

a) Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. B. 2. S. 279.

beweiset nicht, dafs sie wirklich von dieser Art sind. Es wird uns in der Folge wichtig seyn, diesen Gegenstand aufs Reine gebracht zu haben. Wir werden daher, ehe wir in der Untersuchung des Respirationsgeschäfts der verschiedenen Thierclassen weiter gehen, bey demselben verweilen.

Dafs die Lungen sich bey dem Athemholen nicht blos leidend verhalten, sondern eine eigene bewegende Kraft besitzen, ist eine Meinung, die schon von dem Araber Averrhoes vertheidigt wurde. Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften machten Riolan b) und Plater c) Beobachtungen, die ihnen dieser Meinung günstig zu seyn schienen. Sie sahen bey Thieren, denen die Brusthöhle geöffnet war, die Lungen nicht immer zusammenfallen, sondern in einigen Fällen sich fortdauernd bewegen, obgleich die Brustmuskeln ausser Thätigkeit gesetzt waren. Mehrere Physiologen, unter andern Sennert d), traten jener Theorie bey. Sie fand aber auch mehrere Gegner, z. B. an Th. Bartholin e), Diemerbroeck f) und Mayow g), die gegen Riolan's

b) Anthropogr. L. 3. c. 11.

c) Quaest. physiol. posthum. 29.

d) Institut. med. L. 1. c. 11.

e) Anat. p. 418.

f) Opp. omn. p. 317.

g) Opp. omn. p. 241.

Digitized by Google

LAN's und PLATER's Beobachtungen einwandten, dafs die eigene Bewegung der Lungen bey geöffneter Brusthöhle nur scheinbar wäre, und von den Zusammenziehungen des Zwerchfells und der unzerschnittenen Intercostalmuskeln herrühre, und dafs, wenn bey Brustwunden die Lungen nicht gleich zusammenfielen, der Grund darin läge, weil die Lungen die Wunde ausfüllten und das Eindringen der Luft in die Brusthöhle verhinderten.

Gegen die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts machten indefs WILH. HOUSTOUN h) und BENJ. HOADLEY i) neue Beobachtungen bekannt, wodurch die ältern von RIOLAN und PLATER bestätigt wurden. Kurz nachher erschienen auch BREMOND's zahlreiche Versuche k), und im Jahre 1746 HERISSANT's Erfahrungen l), welche ebenfalls für eine eigene bewegende Kraft der Lungen sprachen.

Auch gegen diese neuern Erfahrungen wurden aber Einwendungen, besonders von HALLER'n, gemacht.

h) Philos. Transact. Y. 1736. no. 441. (Abrigd by MARTIN.) Vol. 9. p. 138.

i) Lectures on the organs of respiration. Lond. 1740. p. 17.

k) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1739. p. 333.

l) Ebendas. A. 1743. p. 69.

Digitized by Google

gemacht. In seinen Anmerkungen zu Boerhaave's Praelect. academ. m) erinnert dieser, dafs in den Fällen, wo die Bewegung der Lungen nach zerschnittenen Brustmuskeln fortdauerte, die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln diese Bewegung hervorgebracht hätten, und in seinen Elem. Physiol. n) wendet er gegen die erwähnten Versuche ein, dafs dabey sehr leicht die Brustwunde durch einen Theil der Intercostalmuskeln oder der Lungen hätte verstopft werden können; dafs immer bey solchen Versuchen das Athemholen sehr erschwert würde, wenn auch nur die eine Seite der Brusthöhle geöffnet wäre, obgleich das Leben dabey fortdauern könnte; und dafs, wenn die Luft von beyden Seiten in die Brusthöhle dränge, die Lungen immer zusammenfielen und ihre Bewegung verlören, das Thier stumm würde und umkäme, auch alle Bewegungen des Thorax die Lungen nicht wieder ausdehnen könnten, und das Athemholen in eben dem Verhältnifs schwerer von statten ginge, je gröfser die Menge der eingedrungenen Luft wäre. Gegen Houstoun's und Bremond's Erfahrungen bemerkt er besonders, dafs bey manchen derselben die Thiere nicht wirklich geathmet hätten, sondern dafs blos ein Theil der Lungen von den zusammen-

m) Vol. 4. P. 1. p. 34. 35.

n) T. III. L. 8. S. 4. §. 3. p. 227.

Digitized by Google

sammengezogenen Rippenmuskeln hervorgetrieben wäre. Die Lungen, fügt er noch hinzu, könnten keine eigene Bewegungskraft besitzen, weil sie keine Muskelfasern hätten, sondern blos aus weichem Zellgewebe beständen, und bey manchen Thieren durch ein solches Gewebe an das Brustfell befestigt wären.

Von diesen Einwürfen scheinen allerdings einige gegründet zu seyn. Wahr ist es, dafs in allen den Fällen, wo sich die Lungen zu bewegen fortfuhren, das Anschwellen derselben nicht mit der Erweiterung, sondern mit der Verengerung des Thorax, so wie ihr Zusammensinken mit der Ausdehnung des letztern zusammentraf. Dies scheint freylich der Vermuthung Gewicht zu geben, dafs das Anschwellen der Lungen in jenen Versuchen blos von dem Druck des Zwerchfells oder der Brustmuskeln herrühre. Allein wenn man die Versuche der angeführten Schriftsteller, besonders Bremond's, aufmerksam durchgeht, so findet man unter den Resultaten derselben mehrere, die wichtig, und von Haller'n, dem daran lag, eine eigene Thätigkeit der Lungen nicht gelten zu lassen, damit seine Lehre von den Muskelfasern als den einzigen irritabeln Organen nicht beeinträchtigt würde, gar nicht beachtet sind. Es ergiebt sich aus jenen Erfahrungen:

1) Dafs die Bewegungen der Lungen noch fortdauern können, wenn auch schon Luft in

die

die Brusthöhle eingedrungen ist, und selbst wenn mehrere Rippen weggenommen und die Lungen dem ganzen Druck der Atmosphäre ausgesetzt sind o). Dieser Erfolg beweist wenigstens eine gewisse, in den Lungen statt findende Turgescenz. Ohne eine solche Spannung würden sie jedesmal augenblicklich zusammenfallen müssen, sobald ihre äussere Fläche mit der Atmosphäre in Berührung käme.

2) Daſs die Lungen nur dann nach dem Oeffnen der Brusthöhle zusammenfallen, wenn das Thier viel Blut verloren hat p). Die Fälle, wo ein Zusammensinken der Lungen nach der Entblöſsung derselben statt fand, sind also keine Beweise gegen die Selbstthätigkeit derselben. Ueberhaupt können negative Erfahrungen hier nicht von groſsem Gewicht seyn, da die eigne Kraft der Lungen nach der Verschiedenheit der Art, des Alters, der Constitution u. s. w. sehr verschieden seyn, und auch bey einerley Blutverlust bald früher, bald später erschöpft werden muſs.

3) Daſs die Luftröhre sich beym Einathmen merklich verkürzt und zugleich erweitert, beym

o) Bremond a. a. O. p. 338. 339. 340. — Herissant a. a. O. p. 73.

p) Bremond a. a. O. p. 344.

Digitized by Google

beym Ausathmen hingegen sich verlängert, indem sie zugleich enger wird q). Diese Zusammenziehung ist gewifs nicht blos auf die Luftröhre beschränkt; sie erstreckt sich ohne Zweifel auch auf die feinsten Zweige der Bronchien. Wenn also auch die Bläschen der Lungen sich bey der Respiration leidend verhalten, so wird doch in der Luftröhre und deren Zweigen eine eigene Bewegung statt finden.

4) Dafs die entblöfsten Lungen auch in Lagen gebracht, wo weder das Zwerchfell, noch die Brustmuskeln darauf wirken können, Zusammenziehungen und Erweiterungen zu äussern fortfahren. Bremond machte diese Erfahrung an zwey Katzen und zwey Hunden r). In neuern Zeiten fanden Flormann in Lund und Rudolphi sie bestätigt. Jener beobachtete, dafs die Lungen eines ersäuften Hundes selbst nach Zerschneidung des Zwerchfells noch fortfuhren sich zu bewegen, und dieser sahe die Bewegung der Lungen an einem erdrosselten Hunde, dem er das Brustbein ganz weggenommen und die Intercostalmuskeln nebst dem Zwerchfell völlig zerstört hatte s).

Wägt

q) Bremond p. 343.

r) A. a. O. p. 351.

s) Rudolphi's anatom. physiologische Abhandlungen. Berlin. 1812. S. 110 ff.

Wägt man jetzt Gründe und Gegengründe gegen einander ab, so, glaube ich, ist das Uebergewicht auf Seiten der Meinung, dafs die Lungen bey der Respiration nicht blos leidend sind. Man könnte für diese Hypothese auch noch Beweise anführen, die von dem Mechanismus des Athemholens der Vögel hergenommen wären. Doch würden hierbey manche Umstände vorkommen, die noch nicht hinreichend untersucht sind. Aber bey den Amphibien giebt es eine Erscheinung, die ich mir nicht ganz ohne die Voraussetzung eines eigenen Bewegungsvermögens der Lungen zu erklären weifs, nehmlich den Wechsel von Anschwellung und Zusammenziehung dieser Theile bey Amphibien, denen die ganze Brusthöhle geöffnet, und selbst das Herz ausgeschnitten ist. Schon Blumenbach t) leitete dieses Phänomen von einer eigenen Lebenskraft der Lungen her, ohne jedoch auf Morgagni's Erklärung desselben aus einer Erweiterung und Verengerung der Mundhöhle Rücksicht zu nehmen. Ich habe Versuche beschrieben, woraus sich ergiebt, dafs die Benetzung solcher angeschwollenen Lungen mit Laudanum und Belladonna-Extrakt Zusammenziehungen und dann wieder Turgescenzen derselben her-

vor-

t) Specimen Physiol. comp. inter animantia calidi et frigidi sanguinis. p. 14.

vorbringt v). Wie jene Mittel diese Veränderungen zur Folge haben können, wenn sich die Lungen blos leidend verhalten, sehe ich nicht ein. Besitzen aber die Lungen ein eigenes Bewegungsvermögen, so lassen sich diese Wirkungen aus dem analogen Einfluſs jener Substanzen auf andere, mit einem solchen Vermögen versehene Organe erklären.

Auf ähnliche Art wie die Lungen der Säugthiere, der Vögel und der ausgewachsenen Amphibien die Luft abwechselnd einziehen und wieder ausstoſsen, wird von den Fischen, den Frosch- und Salamanderlarven, den meisten Mollusken, den Crustaceen, mehrern Würmern und Zoophyten, und überhaupt von denjenigen Thieren, welche Kiemen besitzen, das Wasser aufgenommen und wieder ausgeleert.

Bey den Fischen gelangt das durch den Mund aufgenommene Wasser aus dem Schlund zwischen die Kiemen, die sich von einander entfernen, aber gleich darauf wieder nähern, indem die Kiemenöffnungen vermittelst der niedergedrückten Kiemendeckel geschlossen bleiben. Die letztern erheben sich hierauf; die Kiemenhaut entfaltet sich, und das Wasser, das bis dahin zwischen den Kiemen und Kiemendeckeln eingeschlos-

v) Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv f. Natur- u. Arzneywissensch. B. 1. S. 305.

schlossen war, dringt aus den Kiemendeckeln hervor. Sobald dieses ausgeleert ist, senken sich diese Deckel wieder; die Kiemenhaut zieht sich wieder zusammen, und die Branchien erhalten aus dem Schlunde eine neue Quantität Wasser, welche auf dieselbe Art wie vorhin wieder ausgetrieben wird w). Diese Bewegung geschieht 25 bis 30 mal in einer Minute x).

Die Fische aber besitzen, ausser den Kiemen, noch ein secundäres, den Lungen der höhern Thierclassen analoges Respirationsorgan an der Schwimmblase, wie ich in einer eigenen Abhandlung umständlicher gezeigt habe y). Mit ihrer Hülfe scheinen diejenigen Fische zu athmen, die ein sehr thätiges Leben führen, und oft eine gröfsere Quantität Luft verzehren, als das Wasser ihren Kiemen zu liefern vermag. Sie häufen zu Zeiten, wo sie mehr athmenbare Luft aufnehmen, als sie verbrauchen, eine solche Luft in diesem Behälter an, und zehren davon unter Umständen, wo sie einer grofsen Menge derselben bedürfen. Die Bestandtheile der in der Schwimmblase befindlichen Luft, welche mit denen der Atmosphäre übereinkommen, haben daher, wie wir im folgenden

w) Gouan Hist. piscium. p. 32.

x) Haller El. Phys. T. III. L. 8. S. 4. §. 29. p. 290.

y) Annalen der Wetterauischen Gesellsch. f. d. gesammte Naturkunde. B. 3. S. 147.

Digitized by Google

genden §. sehen werden, ein sehr veränderliches Verhältnifs.

Bey den meisten Fischen giebt es in der Schwimmblase eigene Organe von rother Farbe, welche die Absonderungswerkzeuge der in jenem Behälter befindlichen Luft zu seyn scheinen. Sie befinden sich zwischen den beyden Häuten der Schwimmblase, und bestehen aus einer Menge zarter, unter sich paralleler, gedrängt an einander liegender Gefäfse. Zur Mitte des Raums, den die rothen Organe einnehmen, gehen grofse Blutgefäfse, die sich strahlenförmig zwischen den beyden Membranen der Blase verbreiten. An dem andern Ende der rothen Organe, welcher dem Eintritt dieser Blutgefäfse entgegengesetzt ist, entstehen gefäfsartige Zweige von einem bleichen Roth, die sich divergirend auf einer hier befindlichen Anschwellung der innern Blasenhaut vertheilen, und sich auf der innern Haut der letztern zu öffnen scheinen z).

Alle Fische, welche diese rothen Organe besitzen, nur die Muränen ausgenommen, haben eine von allen Seiten verschlossene Schwimmblase. Bey den übrigen Fischen, in deren Schwimmblase die rothen Körper nicht zugegen sind, steht jene durch einen Luftgang mit dem Schlunde in Ver-

z) Delaroche, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 13. p. 204. — Cuvier u. Duvernoy ebendas. p. 176.

Digitized by Google

Verbindung. Nur die Muränen haben beydes, sowohl einen Luftgang, als die rothen Organe. Immer aber ist die Schwimmblase eines der reichsten Theile an Blutgefäſsen, so daſs nothwendig in ihr entweder aus dem Blute etwas ausgeschieden, oder von demselben etwas aufgenommen werden, muſs. Bey denjenigen Fischen, deren Schwimmblase einen Luftgang hat, findet in ihr vermuthlich blos ein Uebergang gasförmiger Stoffe zum Blute statt, und die Luft, die sie enthält, gelangt in sie aus dem Schlunde durch den Luftgang. Provençal und von Humboldt, welche Schleihen sowohl in Wasserstoffgas, als in Wasser, das mit diesem Gas geschwängert war, athmen lieſsen, fanden zwar in der Schwimmblase jener Fische keine Spur von Wasserstoffgas a). Aber hiervon läſst sich kein Einwurf gegen unsere Vermuthung hernehmen, da die Fische gewiſs nicht jede Gasart ohne Unterschied in die Schwimmblase aufnehmen.

Eine wichtige Thatsache, die sowohl für die Bestimmung der Schwimmblase zum Athemholen, als für die Aufnahme verschluckter Luft durch den Luftgang in die mit einem solchen Canal versehene Schwimmblase spricht, ist die Darm-

respi-

a) Mém. de Phys. et de Chimie de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 400.

respiration des Schlammpeitzgers (Cobitis fossilis). Diese Fische, die eben so wohl als andere durch Kiemen athmen, verschlucken dabey von Zeit zu Zeit mit dem aus dem Wasser hervorgestreckten Munde Luft, und geben dieselbe durch den After wieder von sich. Sie thun dies in unregelmäſsigen Zwischenräumen. Ein Dutzend derselben, die sich in einem Glase voll Regenwasser befanden, sahe ich an manchen Tagen ganze Stunden ohne jenes Verschlucken zubringen; zu andern Zeiten nahmen sie dasselbe sehr häufig vor, am häufigsten aber immer, wenn sie durch Schütteln des Glases in Bewegung gebracht wurden. Erman, der das Verdienst hat, diese merkwürdige Erscheinung zuerst näher untersucht zu haben, fand an ihr alle Kennzeichen eines wahren Athemholens. Die Kiemenrespiration hört nach jedem Verschlucken zehn bis funfzehn Minuten auf; die Darmrespiration kann ohne alle Hülfe des Athemholens durch die Kiemen das Leben des Fisches auf unbestimmte Zeit unterhalten, und die verschluckte Luft erleidet im Darmcanal dieselben Veränderungen, wie die im Wasser enthaltene Luft durch die Einwirkung der Kiemen b). Der Schlammpeitzger hat dabey keine Schwimmblase. Man findet zwar bey ihm einen mit Luft angefüllten Behälter. Aber dieser liegt hinter dem Gehirn, ist in einer knöchernen Kapsel eingeschlossen

b) Gilbert's Annalen der Physik. B. 30. S. 140.

sen und so klein, dafs er unmöglich mit der Schwimmblase der übrigen Fische etwas gemein haben kann. Mir ist es wahrscheinlich, dafs er vermöge der in ihm befindlichen Luft dem Schlammpeitzger, der bekanntlich das Vermögen, den Wechsel der Witterung vorher zu empfinden, in bedeutendem Grade besitzt, zur Aeufserung dieses Vermögens dient. Die verschluckte Luft, die bey andern Fischen in die Schwimmblase gelangt, und hier geathmet wird, geht also bey dem Schlammpeitzger durch den Nahrungscanal, der bey ihm zugleich Werkzeug des Athemholens und der Verdauung ist.

Die Mollusken respiriren theils durch Lungen, theils durch Kiemen. Bey den erstern ist das Werkzeug des Athemholens eine mit einer sehr dünnen Haut ausgekleidete Höhle, um welche eine dicke, weiche, poröse, gleichsam schwammige Substanz liegt c). Das Athemholen geschieht bey ihnen willkührlich und in unregelmäfsigen Zwischenräumen. Spallanzani d) bemerkt dies von der Helix nemoralis L. und dem Limax agrestis L., und ich habe das Nehmliche an mehrern Schnecken des süfsen Wassers beobachtet. Die Planor-

c) Wenigstens finde ich diesen Bau bey den Limax-Arten.

d) Mém. sur la respiration. I. p. 153. 243. 244.

Planorbis purpura Müll. (Helix cornea L.) sahe ich, nachdem sie respirirt hatte, zum Boden des Wassers zurückkehren, und hier eine halbe Stunde, ja zuweilen fünf Viertelstunden verweilen, ehe sie wieder an die Oberfläche kam, um den Schliefsmuskel ihres Respirationsorgans von neuem zu öffnen. Dieser Sphinkter blieb ohngefähr drey Minuten offen. Dafs hierbey ein wirkliches Ausathmen statt findet, erhellet sowohl aus dem Geräusch, das man beym Oeffnen jenes Muskels wahrnimmt, als auch daraus, weil die Flamme einer kleinen Kerze, die man vor der Oeffnung hält, etwas gekrümmt wird e). Auch sahe ich bey einer Wasserschnecke, der ich in dem Augenblick, wo sie den Sphinkter des Respirationsorgans zum Einathmen öffnete, durch eine Röhre in die Lunge blies, die Luft mit grofser Heftigkeit aus der Lunge unter dem Wasser wieder hervordringen, welches ohne eine Zusammenziehung dieses Theils nicht hätte geschehen können. Spallanzani f) versichert, bey einer Helix nemoralis, deren Gehäuse er weggebrochen hatte, die Lunge beym Einathmen auch anschwellen gesehen zu haben. Ob dieses Anschwellen und das darauf folgende Zusammenziehen blos durch eigene Thätigkeit der Lunge, oder mit Hülfe von Muskeln geschieht, mufs ich unentschieden lassen.

e) Spallanzani a. a. O. p. 134. 135.

f) A. a. O. p. 135.

sen. Swammerdamm's g) Behauptung, dafs die Respiration der Schnecken durch eine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung ihres ganzen Körpers bewirkt wird, habe ich aber nicht bestätigt gefunden.

Die Respiration der mit Kiemen versehenen Mollusken ist ebenfalls, wie die der Landschnekken, willkürlich. Oft hört sie ganze Stunden auf h). Die Entenmuscheln respiriren, indem sie ihre Schaalen öffnen, eine kleine Quantität Wasser ausssprützen, und dann jene von neuem schliessen i).

Von den Crustaceen hat man bisher geglaubt, dafs sie insgesammt durch Kiemen respiriren. Ich habe indefs an der Cypris pubera Müll. eine Bemerkung gemacht, die mich vermuthen läfst, dafs diese Respirationsweise bey denselben nicht ohne Ausnahmen ist. Bey jenem Thier liegen zu beyden Seiten des Rückens zwischen den Fühlhörnern und den Eyerbehältern zwey cylindrische Schläuche von höchst zarter, zellenartiger Textur, die

g) De respirat. S. 2. c. 4. §. 3. In Mangeti Bibl. anat. T. 2. p. 163.

h) Poli Testacea utriusque Siciliae. Vol. 1. Introd. p. 51.

i) Spallanzani a. a. O. p. 304. 305.

Digitized by Google

die ich um so mehr für eine Art von Lungen halten zu müssen glaube, da ich an der Cypris keine andere Werkzeuge des Athemholens habe entdecken können.

Diejenigen Insekten, die Stigmate haben, welche zu ästigen, im ganzen Körper sich verbreitenden Röhren führen, athmen insgesammt Luft. Solche, welche unter Wasser sich aufzuhalten genöthigt sind, versorgen sich auf mancherley Weise mit einem Luftvorrath. Die Dytisken z. B. strecken von Zeit zu Zeit das Ende des Hinterleibs aus dem Wasser hervor, erheben die Flügeldecken, verschliefsen Luft zwischen diesen Theilen und dem Hinterleib, und zehren unter dem Wasser von diesem Vorrath. Bey den Hydrophilen ist der untere Theil des Körpers, an welchem sich die Luftlöcher befinden, besonders unter dem Halsschild und der Brust, mit feinen, dichten Haaren besetzt; zwischen diesen haftet die Luft unter dem Wasser wie ein silberner Ueberzug, den sie erneuern, indem sie eines ihrer auf eben die Art behaarten und mit Luft bedeckten Fühlhörner aus dem Wasser hervorstrecken, und so ihre Lufthülle mit der obern Atmosphäre in Verbindung bringen k).

Es

k) Nitzsch in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 10. S. 440.

Digitized by Google

Es findet aber unter den Insekten eine grofse Verschiedenheit in der Abhängigkeit des Lebens von dem Zutritt der Luft zu den Respirationsorganen statt. Eine Weidenraupe, die ich in einem Glase voll Wasser verschlossen hatte, lebte darin über vier und zwanzig Stunden, und ihre entblöfsten Muskeln äusserten, als ich sie hierauf zergliederte, noch ziemlich starke Contraktionen l). Eine gemeine Assel (Oniscus Asellus L.) und eine Scolopendra forficata, die ich wiederholt in Oel tauchte, litten wenig oder nichts von dieser Operation, da ein Carabus ruficornis gleich nach dem Eintauchen sehr ermattet und ohngefähr nach einer Stunde völlig todt war. In einem andern Versuch bestrich ich bey einer Larve des Scarabaeus nasicornis die Stigmate wiederholt mit Oel, und brachte eine andere unter ein umgestürztes Glas voll Wasser. Beyde Thiere lebten noch

l) Lyonnet (Traité de la chenille du saule. p. 78.) will eine solche Raupe unter Wasser sogar nach acht Tagen, und unter der Luftpumpe nach zwey Stunden noch lebend gefunden haben. Er fügt die Bemerkung hinzu, dafs Weidenraupen, die er unter Wasser gebracht hatte, gleich in der ersten Stunde nach dem Untertauchen alle Bewegung verloren hätten. Hiermit stimmen meine Erfahrungen nicht überein. Die oben erwähnte Raupe bewegte sich noch mehrere Stunden unter dem Wasser.

Digitized by Google

noch über sieben Stunden. Ein fast eben so zähes Leben hat der Nashornkäfer selber. Ein Weibchen, das ich unter Wasser brachte, war nach zwey Stunden zwar betäubt, aber noch nicht todt. Hingegen eine Wespe, der ich die untere Seite der Brust und des Bauchs mit Mandelöl bestrich, wurde schon nach einigen Minuten steif und unbeweglich, und kam auch nicht wieder ins Leben zurück.

Das Bestreichen der Stigmate mit Oel und das Untertauchen des ganzen Körpers unter Wasser wirken bey diesen Versuchen auf einerley Art. Ich bestrich bey einer weiblichen Meloe maialis die fünf, ausserhalb den Flügeldecken liegenden Luftlöcher mit Mandelöl. Das Thier kroch noch eine halbe Stunde eben so munter herum, wie vorher. Als ich es hierauf unter Wasser getaucht hielt, war es schon nach einigen Minuten ohne Bewegung. Bey einem andern Weibchen nahm ich die Flügeldecken weg, unter welchen das sechste Paar der Luftlöcher liegt, und bestrich sowohl dieses, als die übrigen Stigmate mit Oel. Jetzt war der Erfolg der nehmliche, wie bey dem vorigen Thier nach dem Tauchen unter Wasser. Die Füſse fingen an zu zittern; die Bauchmuskeln machten heftige wellenförmige Bewegungen, und nach einigen Minuten hörten alle Zeichen von Leben auf. Beyde Thiere erholten sich wieder,

Digitized by Google

der, nachdem ich das Oel abgewaschen hatte, doch sehr langsam. Das erstere äusserte erst sechs Stunden nach dem Versuch, und das letztere noch später einiges Leben.

Ich habe diese Versuche so umständlich erzählt, weil Moldenhawer m), gestützt auf einige unrichtige Beobachtungen Reaumur's, behauptet, das Bestreichen der Insekten mit Oel wirkte nicht tödtlich, insofern die Stigmate dadurch verschlossen würden, sondern insofern das Oel die Reitzbarkeit der Theile aufhöbe; Raupen stürben sehr bald, wenn man den ganzen Körper mit Oel bestriche, und nur die Luftlöcher frey liefse; die Erscheinung, dafs ein Insekt plötzlich stürbe, wenn die Stigmate mit einer Flüssigkeit bedeckt würden, bewiese also nichts für die gewöhnliche Meinung von dem Athemholen der Insekten durch die Tracheen; auch vertrüge sich der plötzliche Tod, welcher sogleich erfolgte, wenn die Stigmate mit Oel bedeckt würden, mit dieser Meinung nicht, da selbst vollkommnere Thiere, welche durch eigentliche Lungen athmen, des erneuerten Zutritts der atmosphärischen Luft weit länger entbehren könnten, und die Canäle der Tracheen zusammengenommen gewöhnlich einen verhältnifsmäfsig weit gröfsern Raum, als die Lungen dieser Thiere

m) Beytr. zur Anat. der Pfl. S. 309 ff.

Thiere, einschlössen. Alle diese Behauptungen sind, wie die obigen Versuche zeigen, ungegründet. Von der Unrichtigkeit der Versicherung REAUMUR'S, daſs das Bestreichen der Insekten mit Oel auch ohne Verschlieſsung der Luftlöcher diese Thiere tödte, hätte sich MOLDENHAWER schon aus MALPIGHI'S Werke De bombyce n) eines Bessern belehren können, indem hier ausdrücklich bemerkt ist, daſs die äusserliche Anwendung des Oels keine nachtheilige Wirkungen auf die Insekten äussert, wenn nur die Stigmate frey bleiben, und daſs Honig dieselbe Wirkung wie Oel hervorbringt.

Bey dieser Gelegenheit erinnere ich zugleich, daſs auch die durch BONNET'S und REAUMUR'S Versuche in Umlauf gekommene, und von MOLDENHAWER'n ebenfalls zur Widerlegung der bisherigen Theorie von dem Athemholen der Insekten benutzte Meinung von partiellen Lähmungen, welche nach dem Bestreichen einzelner Luftlöcher mit Oel bey den Insekten entstehen sollen, wenigstens nicht allgemein richtig ist. Ich bestrich bey einer Weidenraupe die vier hintern Paare der Stigmate wiederholt mit Mandelöl. Die Raupe hielt hierauf, indem sie an der Wand des Glases, worin ich sie gesetzt hatte, hinaufkroch, den Hinterleib ausgestreckt und zitterte mit demselben. Nach einigen Minuten aber kroch sie eben

so

n) In eiusd. Opp. omn. Lugd. Bat. 1687. p. 19.

so kraftvoll wie vorher herum. Am folgenden Tage waren keine Zeichen von Uebelbefinden, und noch weniger von Lähmung an ihr zu bemerken. Ich wiederholte jetzt den Versuch; aber der Erfolg blieb derselbe. Endlich bestrich ich alle Stigmate mit Oel. In der ersten halben Stunde schien die Raupe nicht zu leiden; nach anderthalb Stunden aber war sie ohne Zeichen von Leben. — Eben so wenig zeigten sich an einem Gryllus viridissimus, dem ich die Bruststigmate mit Oel bestrichen hatte, Spuren von Lähmung der vordern Extremitäten. Das Thier schien überhaupt in der ersten Stunde wenig von dem Bestreichen zu leiden. Das Oel flofs aber nach und nach am Hinterleibe herab, und bedeckte die Bauchstigmate. Jetzt trat freylich Schwäche und endlich der Tod ein, doch weit langsamer, als ich bey diesem Insekt, das unter Wasser sehr bald stirbt, erwartet hätte. — Ich vermuthe, dafs man für Lähmung ansah, was blos Folge des Anklebens der mit dem abgeflossenen Oel bedeckten Gliedmafsen war. — Wie ist es auch zu glauben, dafs bey den Insekten der gehemmte Zugang des atmosphärischen Sauerstoffs zu einzelnen Theilen so leicht Lähmung in diesen bewirken sollte, da schon bey den Amphibien Unterbindung der Arterien eines Gliedes nicht, wie bey den Säugthieren, das Bewegungsvermögen desselben aufhebt?

Die

Die Luft, welche von den Insekten geathmet ist, gelangt durch die Stigmate in die Tracheen, und verbreitet sich durch deren Aeste im ganzen Körper. Bey der Zergliederung solcher Insekten, die man durch Ersäufen, oder durch Bestreichen mit Oel getödtet hat, steigen immer grofse Luftblasen aus den zerschnittenen Luftröhren unter Wasser auf. Besonders ist dies der Fall bey den Schmetterlingen und den Insekten der Bienenfamilie, deren Tracheen in grofse Luftsäcke übergehen. Doch habe ich dieses Hervordringen von Luftblasen auch an den Luftröhren vieler Insekten aus andern Familien, z. B. an denen der Phryganaea phalaenoides, der Metolontha vulgaris, des Carabus granulatus, der Meloe maialis und Meloe Proscarabaeus beobachtet. Moldenhawer o) hat also sehr Unrecht, wenn er unter seinen übrigen Einwürfen gegen die Lehre von dem Athemholen der Insekten durch die Stigmate und Tracheen auch die Behauptung aufstellt, dafs man beym Oeffnen erstickter Insekten keine Luftblasen aus den Luftröhren unter Wasser aufsteigen sähe.

Zum Durchlassen der Luft hat jedes Stigma eine Spalte, die entweder durch eine knorpelartige Klappe geöffnet und verschlossen wird, oder deren Ränder bey einigen Arten mit zarten, dicht

an

o) A. a. O. S. 310.

Digitized by Google

an einander stehenden Haaren, bey andern mit einer ausgezackten Haut besetzt sind. Die erste Struktur habe ich an den Bauchstigmaten der Heuschrecken, die zweyte bey den Raupen, die dritte bey Meloe Proscarabaeus angetroffen p). Die Spalte führt zu einem häutigen Sack, aus welchem die Stämme der Luftröhren entspringen. Zur Erweiterung der Spalte beym Einathmen dienen eigene Muskeln, die von Lyonnet an der Weidenraupe beschrieben, nach der verschiedenen Struktur der Stigmate aber sehr verschieden sind. Bedeutend ist die Erweiterung nicht. Ich habe bey athmenden Insekten nie mehr als ein abwechselndes Heben und Senken jedes Stigma, ohne dafs sich die Ränder der Spalte von einander zu entfernen scheinen, entdecken können.

Bey den Libellen, Cicaden, Heuschrecken, einigen gröfsern Käfern und Schmetterlingen bemerkt man auch ein abwechselndes Heben und Senken der Ringe des Körpers, welches den Bewegungen der Brust und des Bauchs, die beym Athemholen der Säugthiere und Vögel statt finden, ähnlich

p) Dafs irgend ein wahres Stigma im natürlichen Zustande je durch eine Haut verschlossen seyn sollte, wie Moldenhawer (a. a. O. S. 315 ff.) und ein Recensent in der Leipziger Litteratur-Zeitung (J. 1813. May. S. 998.) gefunden haben wollen, mufs ich geradezu für eine unrichtige Beobachtung erklären.

Digitized by Google

ähnlich ist q). Bey dem Baumhüpfer (Gryllus viridissimus L.) geschieht diese Ausdehnung und Zusammenziehung, nach Vauquelin r), 50 bis 65 mal in einer Minute. Eben so viele Pulsationen des Unterleibs zählte ich an einem Baumhüpfer, den ich in ein umgestürztes Glas mit Wasser gesetzt hatte. Zugleich war bey diesem Thier jedes der beyden an der Brust befindlichen Luftlöcher mit einer grofsen Luftblase bedeckt, die sich bey den Zusammenziehungen und Erweiterungen des Bauchs hob und senkte. Verschliefst man ein solches Thier in dem obern Theil einer gläsernen Röhre, welche unten durch Wasser gesperrt ist, so sieht man, nach Hausmann s), bey jeder Bewegung des Unterleibs das Wasser steigen und fallen.

Was aber Malpighi t) erinnerte, dafs es einer nähern Untersuchung bedarf, ob diese Pulsationen von den Respirationsorganen, oder von dem

q) Severini Zootomia Democritea. p. 344. — Malpighius de bomb. p. 31. — Schenkius in Sachsii Gammorologia. p. 935. — Perrault Oeuvres de phys. et de mechan. p. 471. — Rösel's Insektenbelustigung. B. 2. Wasserinsekten. Cl. 2. S. 8.

r) Annales de Chimie. T. 12. p. 273.

s) De animal. exsanguium respirat. Hannov. 1803. p. 8.

t) De bomb. p. 20.

dem Herzen herrühren, gilt auch noch zu unsern Zeiten. Ich vermuthe, dafs das Herz die Ursache derselben ist. Bey einer Heuschrecke, der ich die Bauchmuskeln auf beyden Seiten des Unterleibs durchschnitten hatte, gingen jene Pulsationen sehr unregelmäfsig von statten. Man weifs aber, dafs bey den Insekten die Bauchmuskeln mit dem Herzen in Verbindung stehen. Der Erfolg dieses Versuchs war folglich so, wie er seyn mufste, wenn die Bewegungen des Unterleibs Wirkungen der Bewegungen des Herzens sind. Doch sind allerdings mit den Pulsationen des Unterleibs Contraktionen in den Muskeln der Luftlöcher verbunden. Nach Sorg v) contrahiren sich die Stigmate eines Lucanus Cervus 20 bis 25 mal, die eines Weibchens des Gryllus viridissimus 50 bis 55 mal, und die einer Sphinx euphorbiae ohngefähr 20 mal in einer Minute. Merkwürdig ist es dabey, dafs diese Zusammenziehungen nicht immer in allen Stigmaten zu gleicher Zeit und mit gleicher Stärke vor sich gehen. Bey dem Carabus auratus giebt es auf jeder Seite des Bauchs sechs Stigmate. Wenn das Thier sich heftig bewegt, oder eben gefressen hatte, so zogen sich alle diese Oeffnungen abwechselnd und in kurzen Zwischenräumen zusammen.

v) Disqu. physiol. circa respirat. insector, et vermium. Rudolstadii. 1805. p. 27. 46. 66.

sammen. Hatte dasselbe aber eine Zeit lang gehungert, so ging die Bewegung nicht mehr in allen Luftlöchern gleichzeitig, sondern bald in diesem, bald in jenem, dabey kraftlos und nach langen Pausen vor sich. Reitzte man solche ausgehungerte Thiere zu heftigen Bewegungen, so wurde dadurch die Funktion der beyden vordern Paare der Luftlöcher beschleunigt, indem die der beyden hintern unverändert blieb. Bey Thieren, die wohl genährt waren, und einige Zeit gehungert hatten, constringirten sich die beyden mittlern Paare am kräftigsten w). Ich habe eine ähnliche Erfahrung an einem Weibchen der Meloe maialis gemacht, woran ich die Rückkehr ins Leben beobachtete, nachdem ich sie bis zum Scheintod unter Wasser gehalten hatte. Rings um die beyden vordersten, unter den Flügeldecken liegenden Paare der Stigmate hob und senkte sich die Bauchdecke abwechselnd und in unregelmäfsigen Zwischenräumen, zuerst an dem vordersten Paar, dann an dem zweyten, anfangs schwach und langsam, nach und nach kräftiger und schneller. An den übrigen Stigmaten hingegen waren gar keine Bewegungen zu bemerken.

Ueber den Mechanismus, wodurch die Respiration bey den durch Luftröhren athmenden Insekten hervorgebracht wird, fehlt es ebenfalls noch

w) Sorg l. c. p. 136.

Digitized by Google

noch an Untersuchungen. Bey den Bienen, Schmetterlingen und mehrern Käfern, deren Tracheen in häutige Luftsäcke übergehen, läfst sich das Ein- und Ausathmen aus einem Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung dieser Behälter erklären. Ich mufs zwar gestehen, dafs ich an den Tracheen eines lebendig geöffneten Nashornkäfers keine Bewegungen habe wahrnehmen können. Allein die Stigmate waren bey diesem Thier ebenfalls in Ruhe, und das Athemholen schien also aufgehoben zu seyn. Comparetti x) versichert dagegen, an den entblöfsten Luftröhren lebender Heuschrecken Zusammenziehungen und Erweiterungen beobachtet zu haben. Mir ist es auch um so wahrscheinlicher, dafs solche Bewegungen in den Tracheen statt finden, da manche Insekten das Vermögen besitzen, Theile ihres Körpers durch eine gröfsere Menge eingeathmeter Luft anschwellend zu machen. So treten die Geschlechtstheile der Biene gegen die Zeit der Begattung umgestreift und turgescirend aus dem Körper hervor y). Wenn man aber erwägt, dafs bey den Raupen die Luftröhren einen knorpelartigen, spiralförmigen Drath enthalten, der keine beträchtliche Ausdehnung und Zusammenziehung gestatten

x) Obs. anat. de aure interna comp. p. 290.

y) Reaumur Mém. pour servir à l'hist. des ins. T. V. Mém. 2. p. 145. der 8. Ausg.

gestatten kann, so muſs man fast vermuthen, daſs hier kein Wechsel von Ein- und Ausathmen, sondern blos ein mechanisches Eindringen der Luft in die offenen Tracheen statt findet. Hiermit harmonirt auch ein Versuch von Lyonnet, welcher die Luftlöcher einer Schmetterlingslarve mit Seifenwasser bestrich, und dieses lange und aufmerksam beobachtete, ohne eine Spur von Luftblasen darin wahrnehmen zu können, die doch nothwendig hätten entstehen müssen, wenn hier ein Ausathmen statt gefunden hätte z). Doch wird man zugleich jenen Insektengattungen das Vermögen nicht absprechen können, den Eintritt schädlicher Luftgattungen in die Tracheen zu verhindern, indem hierzu die Schlieſsmuskeln, womit die Luftröhren an mehrern Stellen versehen sind a), und welche von den Insekten willkürlich geöffnet und verschlossen werden können b), zu dienen scheinen.

Aber nicht alle Insekten athmen durch Luftröhren. Die Skorpionen, Spinnen und Asseln (Oniscus) haben, obgleich in der Luft sich aufhaltend, doch wahre Kiemen, und machen den Uebergang zu den Crustaceen.

Bey

z) Lesser Théologie des ins. T. 1. p. 225.

a) Biolog. Bd. 1. S. 371.

b) Lyonnet Tr. de la chenille du saule. p. 72.

Digitized by Google

Bey den Skorpionen giebt es vier Paar, aus einer grofsen Menge zarter Blätter bestehender Branchien, die zu beyden Seiten des Unterleibs unter den Bauchringen liegen, und zu welchen ähnliche Stigmate wie bey den geflügelten Insekten zu den Luftröhren führen.

Die Spinnen haben nur Ein Kiemenpaar, welches am Anfang des Hinterleibs unter zwey hornartigen Platten liegt. Jede dieser beyden Kiemen besteht, wie bey dem Skorpion, aus vielen zarten, häutigen Lamellen. Eine Aranea atrox, der ich diese Theile mit Petroleum bestrich, zog gleich darauf die Beine zusammen, und war nach einer Viertelstunde völlig leblos.

Die Wasserspinne (Aranea aquatica L.), die sich unter dem Wasser aufhält, athmet ebenfalls Luft und auf eben die Art, wie die Landspinnen. Sie versieht sich in jenem Element mit Luft, indem sie, wie die Hydrophilen, zwischen den langen und dichten Haaren, womit ihr Körper besetzt ist, eine Lufthülle mit sich führt, und diese von Zeit zu Zeit an der Oberfläche des Wassers erneuert. Auch füllt sie ein kappenförmiges, blos am untern Ende offenes Gewebe, worin sie sich unter dem Wasser aufhält, mit Luft an, wahrscheinlich indem sie ihre Lufthülle an der inwendigen Fläche desselben abstreift.

Bey den Onisken giebt es drey Kiemenpaare, die sich unten am Hintertheil des Körpers befinden,

Digitized by Google

den, und mit dreyeckigen Platten bedeckt sind. Die einzelne Kieme wird durch zwey zarte, auf einander liegende Häute gebildet; in den Zwischenraum beyder ergiefst sich das Blut. An lebenden Asseln sieht man jene Organe sich abwechselnd senken und heben. Bey der gemeinen Assel (Oniscus Asellus L.) gehen diese Bewegungen nur langsam, hingegen bey der Wasserassel (Oniscus aquaticus L.) sehr schnell vor sich. Bey jener wird aber das Spiel der Kiemen beschleunigt, wenn man die letztern mit Wasser bestreicht. An solchen benetzten Branchien habe ich ohngefähr 60 Zusammenziehungen in einer Minute bemerkt, während das Herz 100 und einige Pulsationen machte.

Bey den Zuckerthieren (Lepisma) scheinen mir die Schuppen, womit der Körper derselben bedeckt ist, eine Art Kiemen zu seyn; wenigstens habe ich beym Zergliedern von etwa dreyfsig dieser Insekten keine andere Respirationsorgane entdecken können.

Die übrigen flügellosen Insekten (Phalangium, Hydrachna, Acarus, Pulex, Pediculus, Julus, Scolopendra) athmen, wie die sämtlichen geflügelten Thiere dieser Classe und deren Larven, durch Luftröhren d).

Die

d) Ausführlicher habe ich die Respirationsorgane der ungeflügelten Insekten in meiner Schrift Ueber den innern

Die Respiration mehrerer Würmer liegt noch sehr im Dunkeln. Viele Thiere dieser Classe athmen offenbar durch Kiemen. Aber die Blutigel und Regenwürmer müssen auf eine andere Art Luft schöpfen. Bey der Hirudo medicinalis L. und Hirudo sanguisuga L. traf Braun e) zu beyden Seiten des Körpers, in gleichen Entfernungen, 11 bis 13 Paar linsenförmige Organe an. Sie fingen unterhalb dem Uterus an, und endigten einen Zoll weit vom hintern Ende des Egels. Ein weisser, weicher Canal verband sie an der äussern Seite so mit einander, dafs jedes einzelne Organ seinen eigenen Gang aus dem Hauptcanal erhielt. Jedes Organ enthielt 4 bis 6 eyerförmige Körper, und der Verbindungscanal liefs sich bis zu den Hoden verfolgen. Braun sahe jene Organe für die Eyerstöcke an. Hingegen Thomas f), der nach Braun die beyden erwähnten Egelarten untersuchte, fand keine Verbindung zwischen jenen Organen und den Hoden. Nach den Zergliederungen dieses Französischen Naturforschers öffnen sich die linsenförmigen Organe auf der Oberfläche des Körpers durch kleine Löcher, die das Thier öffnen

innern Bau der Arachniden (Nürnberg. 1812.) beschrieben.

e) Systematische Beschreibung einiger Egelarten. Berlin. 1805.

f) Mém. pour servir à l'Hist. nat. des sangsues. p. 67.

Digitized by Google

öffnen und verschliefsen kann. Jedes Organ ist ein Bläschen, das aus einer doppelten Haut besteht. Auf der innern Membran verbreiten sich eine Menge Blutgefäfse. Aus den äussern Oeffnungen der Bläschen kommen zuweilen Luftblasen und eine weifsliche Flüssigkeit hervor. Thomas folgert aus diesen Beobachtungen, dafs die Bläschen die Respirationsorgane der Blutigel sind. Die darin befindliche Flüssigkeit hält er für ein Exkrement, das der Lungenausdünstung ähnlich ist, und nur wegen der kalten Temperatur der Blutigel eine tropfbare Form hat.

Man sieht hieraus, wie ungewifs unsere Kenntnisse vom Athmen der Blutigel noch sind. Die von Thomas aufgestellte Meinung hat nicht mehr Wahrscheinlichkeit als die Braunsche. Sie ist nicht bewiesen, so lange man nicht ein ähnliches Beyspiel von einer so starken, bey keiner andern bekannten kaltblütigen Thierart statt findenden Absonderung einer tropfbaren Flüssigkeit in den Respirationsorganen aufgefunden hat; so lange Braun's Behauptung, dafs der Verbindungscanal dieser angeblichen Respirationsorgane in unmittelbarer Verbindung mit den Hoden steht, nicht widerlegt ist, und so lange sich nicht ein drittes Organ angeben läfst, das mehr Aehnlichkeit mit einem Eyerstock hat, als zwey kleine, in der Nähe des Uterus liegende und mit diesem blos durch

einen

Digitized by Google

dünnen Faden verbundene Drüsen, welche Thomas ohne alle weitere Gründe für den Eyerstock annimmt.

Unter den Zoophyten haben mehrere Arten offenbare Kiemen. Bey andern, z. B. den Polypen des süfsen Wassers, scheinen die Fangarme zugleich die Werkzeuge des Athemholens zu seyn. Diese äussern, wie die Kiemen der Frosch- und Salamanderlarven, eine anziehende und zurückstofsende Wirkung auf das Wasser, und zwar im Zustand der Ruhe sowohl, als der Bewegung, ja auch nach der Trennung vom Körper. An den Fangarmen der Polypen findet man unter einer starken Vergröfserung und bey einem günstigen Licht sehr zarte Borsten, durch deren Bewegung diese Anziehung und Zurückstofsung hervorgebracht wird g). Die Vibrationen der Vorticellen bewirken ebenfalls eine Attraktion und Repulsion des Wassers, die ein Athemholen zu seyn scheint. Dafs wenigstens nicht durch diese Bewegungen nährende Partikeln von der Thierpflanze angezogen werden, sahe ich an der Vorticella racemosa O. F. Müll., einer in den Gewässern um Bremen nicht seltenen Vorticelle. Der Wirbel, den dieser Polyp im Wasser erregt, reifst die Infusionsthiere, die

g) Steinbuch's Analekten neuer Beobacht. u. Untersuch. f. d. Naturkunde. S. 24. 89.

die ihm zu nahe kommen, vielmehr von dem Mund der Vorticelle weg, als dafs er sie diesem zuführt.

So verhalten sich die verschiedenen Thierclassen in Betreff des Athemholens von der Geburt bis zum Tode. Auf eine ganz andere Art aber geht bey ihnen diese Funktion von statten, so lange sie noch im Mutterleibe oder im Ey von ihren Häuten umkleidet sind. In diesem Zustand athmet kein Thier weder durch Lungen oder blofse Luftröhren, noch durch Kiemen, sondern die Ernährung im engern Sinn und das Athemholen geschehen hier durch einerley Organe, wie wir in der Folge näher zeigen werden. Zwar haben Winslow und Scheel eine diesem Satz widerdersprechende Hypothese aufgestellt. Beyde, und mit ihnen auch Abilgaard, Viborg, Rafn und Herholdt fanden, dafs die Luftröhre der Embryonen von Säugthieren und Vögeln vor der Geburt mit dem Fruchtwasser angefüllt ist. Winslow und Scheel bemerkten ferner, dafs die Früchte von Hunden und Katzen während ihres Lebens im Fruchtwasser auf ähnliche Art, wie das athmende Thier, die Nasenlöcher, die Brust und den Unterleib bewegen. Sie schlossen hieraus, dafs vor der Geburt das Fruchtwasser, so wie nach der Geburt die atmosphärische Luft, von den Säugthieren und Vögeln geathmet würde

de h). Allein ohne den Satz in Zweifel zu ziehen, dafs das Fruchtwasser in die Luftröhre der Embryonen eindringt und dieselbe anfüllt, einen Satz, der sowohl theoretische Gründe, als Thatsachen für sich hat; ohne auch zu läugnen, dafs dieses eingedrungene Fruchtwasser in unregelmäfsigen Zwischenräumen wieder ausgeleert wird, läfst sich doch sehr zweifeln, dafs diese Bewegungen den Namen der Respiration verdienen. Es ist nicht das mechanische Einziehen und Ausstofsen der atmosphärischen Luft, es sind die chemischen Wirkungen dieser Luft, welche das Athemholen zu einer der wichtigsten Funktionen machen. Man wird daher nur dann von dem Foetus sagen können, dafs er das Fruchtwasser athme, wenn dieses für die Lungen desselben in chemischer Rücksicht von Wichtigkeit ist. Dafs es aber dieses nicht seyn kann, beweisen die zahlreichen Beobachtungen von Früchten, die weder Nase noch Mund hatten, denen der Kopf ganz fehlte i), deren Luftröhre mit einem zähen Schleim angefüllt

h) Scheel de liquoris amnii asperae arteriae foetuum humanorum natura et usu. p 9 sq.

i) Biol. Bd. 3. S. 429 ff. — Vergl. Herholdt in Pfaff's u. Scheel's Nordischem Archiv für Natur- u. Arzneyw. B. 2. St. 1. S. 11 ff.

füllt war k), oder die mehrere Monate vor der Geburt das Fruchtwasser verloren l), und welche doch im Mutterleibe ihre völlige Gröfse erreichten.

Die Lungen sind aber nicht die einzigen Organe, durch welche die Thiere mit der Atmosphäre in Wechselwirkung stehen. Auch auf der ganzen Oberfläche des Körpers geht etwas Aehnliches wie in den Lungen vor. Im Bade steigen von derselben allenthalben Luftblasen auf, welche in kurzer Zeit immer gröfser werden, sich endlich losreissen, und sich in einer umgestürzten Flasche voll Wasser sammeln lassen m). Diese Luft rührt wohl zum Theil aus dem Wasser her. Aber allein hieraus kann sie nicht entstehen, da, wenn man die Hand oder den Fufs in eine leere Flasche bringt, den Zwischenraum zwischen der Mündung des Gefäfses und dem Gliede durch eine Blase verschliefst, und die Flasche durch Umschlagen nasser Tücher erkältet, die inwendige Seite derselben sehr bald trübe wird, und sich

k) Portal Rapport fait par ordre de l'Acad. des sc. sur les effets des vapeurs mephitiques. Ed. 3. p. 86.

l) Mauriceau Obs. sur la grossesse et les maladies des femmes. T. 2. Obs. 60. 113. — De Konino im Neuen Journal der ausländischen med. chirurg. Litteratur von Harles u. Ritter. B. 4. St. 2. S. 176.

m) De Milly, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1777. p. 221.

Digitized by Google

sich eine helle, geschmacklose Flüssigkeit ansammelt n). Aus diesen Erfahrungen erhellet, dafs durch die Haut eben so eine **Transpiration**, wie durch die Lungen eine Exspiration, vor sich geht. In wie fern nun zwischen diesen beyden Funktionen Analogieen oder Verschiedenheiten statt finden, darüber werden wir uns erst im folgenden §phen erklären können.

§. 2.

Chemische Erscheinungen des Athemholens und der Hautausdünstung.

Nach den bisherigen Untersuchungen werden wir jetzt die Frage zu beantworten haben: Welche Veränderungen die Luft bey ihrem Eintritt in die Respirationsorgane erleidet, und welchen Einflufs jene auf den Organismus äussert?

Alle an warmblütigen Thieren über den erstern Gegenstand angestellte Versuche gaben das Resultat, dafs die atmosphärische Luft beym Einathmen einen Theil ihres Sauerstoffs verliert und mit kohlensaurem Gas und Wasserdämpfen beladen aus den Lungen zurückkehrt.

Schon Robert Boyle, Mayow, Hales und Veratti waren dieser Entdeckung nahe, indem sie beobachteten, dafs das Volumen einer eingeathme-

n) Cruikshank's Abhandl. über die unmerkliche Ausdünstung. Uebers. von Michaelis. S. 45 ff.

athmeten Quantität Luft vermindert, und diese zur Unterhaltung sowohl des Lebens, als der Flamme untauglich gemacht wird o). Aber erst Priestley, Black und Lavoisier verbreiteten helleres Licht, wo vor ihnen noch bloſse Dämmerung gewesen war.

In Lavoisier's und Seguin's Versuchen p) verzehrten Meerschweinchen 40 bis 50 Cubikzoll Sauerstoffgas in einer Stunde, und jene Quantität blieb dieselbe, die Thiere mochten diese Gasart unvermischt, oder mit einem Zusatz von Stickgas athmen. Das Stickgas erlitt dabey keine Vermehrung oder Verminderung. Seguin selber verbrauchte nüchtern und im ruhigen Zustand 1344 Cubikzoll Sauerstoffgas bey einer Temperatur von 26° R. in einer Stunde. Diese Quantität nahm zu nach dem Essen und nach körperlichen Bewegungen. Es ergab sich überhaupt, daſs die Menge des verbrauchten Sauerstoffgas bey verschiedenen Individuen sehr verschieden, und fast in keinem Augenblick dieselbe ist. Für die Mittelzahl nehmen indeſs Lavoisier und Seguin einen Cubikfuſs binnen einer Stunde, oder 2 Pfund 1 Unze 1 Drachme binnen vier und zwanzig Stunden bey dem Menschen an. Von Kohlensäure werden, ihrer Schätzung nach, ohngefähr 2 Pfund 5 Unzen 4 Drachmen, und von Wasser

o) Haller El. Phys. T. III. L. 8. S. 3. §. 11. p. 206.

p) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1789. p. 572.

Wasser 5 Drachmen 41 Gran in eben dieser Zeit ausgeleert.

Goodwyn q), welcher über eben diesen Gegenstand Versuche anstellte, fand gleichfalls nach dem Athmen die Menge des Stickgas unverändert, die des Sauerstoffgas aber, welche 0,21 der atmosphärischen Luft beträgt, auf 0,05 vermindert, und die des kohlensauren Gas, wovon die Atmosphäre ohngefähr nur 0,02 enthält, auf 0,13 vermehrt.

Menzies r) setzt die Quantität der Kohlensäure, die man in einmal geathmeter Luft antrifft, auf 0,05, und die Menge dieser Säure, welche binnen einem Tage in den Lungen des Menschen gebildet wird, auf 3,96 Pfund Troygewicht. Die Verschiedenheit dieser Angabe von den Resultaten der Versuche Lavoisier's und Goodwyn's bestätigt einigermaſsen die Bemerkung des erstern, daſs die Menge des bey der Respiration verbrauchten Sauerstoffgas bey verschiedenen Individuen verschieden ist. Doch muſs zum Theil dieser Unterschied auch der Unvollkommenheit der damaligen eudiometrischen Werkzeuge zugeschrieben werden.

In

q) Erfahrungsmäſsige Untersuch. der Wirkungen des Ertrinkens. S. 43 ff.

r) Tentam. physiolog. de respirat. — Gren's Journal d. Physik. B. 6. S. 117.

In DAVY's s) Versuchen verschwanden bey einem gewaltsamen Einathmen, wobey 141 Kubikzoll atmosphärischer Luft eingezogen, und 139 Kubikzoll wieder ausgestofsen wurden, 1 bis 3 Kubikzoll Stickgas nebst 5 bis 6 Kubikzoll Sauerstoffgas, und es entstanden 5 bis 5,5 Kubikzoll kohlensaures Gas. Beym natürlichen Respiriren athmete DAVY 13 Kubikzoll atmosphärischer Luft ein, welche enthielten

9,5	Kubikzoll,	oder 0,73	Stickgas,
3,4	K. Z.	oder 0,26	Sauerstoffgas,
0,1	K. Z.	oder 0,07	kohlensaures Gas.

Ausgeathmet wurden dagegen

9,3	Kubikzoll,	oder 0,71	Stickgas,
2,2	K. Z.	oder 0,16	Sauerstoffgas,
1,2	K. Z.	oder 0,09	kohlensaures Gas.

Man sieht, dafs hier beträchtliche Abweichungen von den Resultaten der Versuche LAVOISIER's, GOODWYN's und MENZIES's statt finden, worunter die wichtigste der Verlust an Stickgas ist, den die atmosphärische Luft beym Athmen erleiden soll. Indefs versichert DAVY diesen Verlust in allen seinen Versuchen bestätigt gefunden zu haben. So athmete er fast eine Minute lang bey einer Temperatur von 63° Fahrenh. 161 Kubikzoll Luft, welche enthielten

s) Researches chemic. and philosoph. chiefly concerning nitrous oxide and its respiration. p. 331.

Wasser 5 Drachmen 41 Gran in eben dieser Zeit ausgeleert.

Goodwyn q), welcher über eben diesen Gegenstand Versuche anstellte, fand gleichfalls nach dem Athmen die Menge des Stickgas unverändert, die des Sauerstoffgas aber, welche 0,21 der atmosphärischen Luft beträgt, auf 0,05 vermindert, und die des kohlensauren Gas, wovon die Atmosphäre ohngefähr nur 0,02 enthält, auf 0,13 vermehrt.

Menzies r) setzt die Quantität der Kohlensäure, die man in einmal geathmeter Luft antrifft, auf 0,05, und die Menge dieser Säure, welche binnen einem Tage in den Lungen des Menschen gebildet wird, auf 3,96 Pfund Troygewicht. Die Verschiedenheit dieser Angabe von den Resultaten der Versuche Lavoisier's und Goodwyn's bestätigt einigermaſsen die Bemerkung des erstern, daſs die Menge des bey der Respiration verbrauchten Sauerstoffgas bey verschiedenen Individuen verschieden ist. Doch muſs zum Theil dieser Unterschied auch der Unvollkommenheit der damaligen eudiometrischen Werkzeuge zugeschrieben werden.

In

q) Erfahrungsmäſsige Untersuch. der Wirkungen des Ertrinkens. S. 43 ff.

r) Tentam. physiolog. de respirat. — Gren's Journal d. Physik. B. 6. S. 117.

Digitized by Google

In DAVY's s) Versuchen verschwanden bey einem gewaltsamen Einathmen, wobey 141 Kubikzoll atmosphärischer Luft eingezogen, und 139 Kubikzoll wieder ausgestofsen wurden, 1 bis 3 Kubikzoll Stickgas nebst 5 bis 6 Kubikzoll Sauerstoffgas, und es entstanden 5 bis 5,5 Kubikzoll kohlensaures Gas. Beym natürlichen Respiriren athmete DAVY 13 Kubikzoll atmosphärischer Luft ein, welche enthielten

9,5	Kubikzoll,	oder 0,73	Stickgas,
3,4	K. Z.	oder 0,26	Sauerstoffgas,
0,1	K. Z.	oder 0,07	kohlensaures Gas.

Ausgeathmet wurden dagegen

9,3	Kubikzoll,	oder 0,71	Stickgas,
2,2	K. Z.	oder 0,16	Sauerstoffgas,
1,2	K. Z.	oder 0,09	kohlensaures Gas.

Man sieht, dafs hier beträchtliche Abweichungen von den Resultaten der Versuche LAVOISIER's, GOODWYN's und MENZIES's statt finden, worunter die wichtigste der Verlust an Stickgas ist, den die atmosphärische Luft beym Athmen erleiden soll. Indefs versichert DAVY diesen Verlust in allen seinen Versuchen bestätigt gefunden zu haben. So athmete er fast eine Minute lang bey einer Temperatur von 63° Fahrenh. 161 Kubikzoll Luft, welche enthielten

s) Researches chemic. and philosoph. chiefly concerning nitrous oxide and its respiration. p. 331.

117 Kubikzoll Stickgas,
42,4 K. Z. Sauerstoffgas,
1,6 K. Z. kohlensaures Gas.

Es geschahen neunzehn Respirationen in dieser Luft, nach welchen sie sich auf 152 Kubikzoll vermindert hatte, worin enthalten waren

111,6 Kubikzoll Stickgas,
23,0 K. Z. Sauerstoffgas,
17,4 K. Z. kohlensaures Gas.

Es waren folglich 5,4 K. Z. Stickgas verschwunden. Ferner setzte Davy eine Maus in einen Glasrecipienten, der 15 Kubikzoll atmosphärischer, von Kohlensäure freyer Luft enthielt, und liefs sie darin, bis sie sich nach 50 Minuten auf die Seite legte und nach 55 Minuten scheinbar todt war. Das Thier hatte während dieser Zeit 0,4 Kubikzoll Stickgas und 2,6 K. Z. Sauerstoffgas verzehrt, wofür 2 K. Z. kohlensaures Gas entstanden waren. Eine der vorigen ganz ähnliche Maus, die er auf gleiche Art in einer Luft athmen liefs, welche aus 10,5 K. Z. Sauerstoffgas und 3 K. Z. Stickgas bestand, fing schon nach einer halben Stunde an zu leiden, und lag nach einer Stunde im Sterben. Als sie nach fünf Viertelstunden herausgenommen wurde, lebte sie zwar noch, konnte sich aber nicht bewegen und athmete tief. Das Gas hatte um 0,8 Kubikzoll abgenommen, und 0,4 Stickgas nebst 2,1 Sauerstoffgas verloren, wofür 1,7 kohlensaures Gas entstanden waren.

Nach

Nach den beyden letztern Versuchen scheint beym Athmen der atmosphärischen Luft in derselben Zeit mehr Sauerstoffgas absorbirt und eine gröfsere Menge kohlensauren Gas gebildet zu werden, als beym Athmen des Sauerstoffgas. Dieses Resultat scheint auch durch zwey Respirationsversuche in Sauerstoffgas bestätigt zu werden, welche Davy mit sich selber anstellte. Inzwischen steht dasselbe mit zu vielen andern Erfahrungen im Widerspruche, um es für allgemein annehmen zu können.

Der Verlust an Stickgas, den die atmosphärische Luft nach Davy beym Athmen erleidet, wird aber auch durch Henderson's und Pfaff's Erfahrungen bestätigt. In drey Respirationsversuchen, welche Henderson mit sich selber in atmosphärischer Luft anstellte,, wurden das erste mal von 600 Kubikzoll jener Luft binnen vier Minuten 17,7 K. Z. Stickgas, das zweyte mal von einer eben so grofsen Quantität in derselben Zeit 12 K. Z. dieses Gas, und das dritte mal von 1000 K. Z. atmosphärischer Luft binnen fünftehalb Minuten 15,1 K. Z. Stickgas absorbirt t).

In Pfaff's Versuchen wurde das Volumen einer gewissen Quantität Luft durch ein einmaliges Athmen um $\frac{1}{36}$, durch ein zweymaliges um $\frac{1}{18}$, durch

t) Nicholson Journ. of Nat. Phil. Vol. 8. p. 40.

Digitized by Google

durch ein dreymaliges um $\frac{1}{10}$, durch ein viermaliges um $\frac{2}{27}$ und durch ein zwölfmaliges um $\frac{1}{11}$ vermindert. Die absolute Verminderung des Stickgas war bey Einer Respiration in einem Versuch = 0,808, in einem zweyten = 0,852. Von kohlensaurem Gas fanden sich in geathmeter Luft nach einer einmaligen Respiration 0,49, nach einer zweymaligen 0,5, nach einer viermaligen 0,58, und nach einer achtmaligen 0,82 Theile. Bey einem viermaligen Athmen von reinem Sauerstoffgas wurde dieses um $\frac{2}{11}$ vermindert, und es erzeugten sich 0,82 Theile kohlensauren Gas v).

Dafs beym Athmen des reinen Sauerstoffgas eine gröfsere Menge Sauerstoff verzehrt und mehr kohlensaures Gas erzeugt wird, als bey der Respiration der atmosphärischen Luft, ist eine Beobachtung, die auch noch von Berger und Jurine gemacht wurde. Diese bemerkten zugleich, was Pfaff sahe, dafs beym fortgesetzten Athmen einer und derselben Luft die Erzeugung des kohlensauren Gas und die Verminderung des Volumens der geathmeten Luft eine abnehmende Progression befolgt. Sie fanden aber auch, dafs diese Verminderung beym fortgesetzten Athmen endlich ganz unterbleibt, obgleich noch immer eine Absorbtion

v) Pfaff's, Scheel's u. Rudolphi's Nordisches Archiv f. Naturkunde u. s. w. B. IV. St. 2. S. 132.

sorbtion des Sauerstoffs und eine Entbindung von Kohlensäure statt findet. Berger und Jurine schliefsen hieraus, dafs jetzt eine andere Luftart, die sie für Stickgas annahmen, erzeugt wird w).

Allen und Pepys, die mit einem gröfsern Gasometer Versuche machten, als einer ihrer Vorgänger, und sich des mit Salpetergas gesättigten Eisenvitriols zur Ausmittelung des Sauerstoffgas bedienten, erhielten ein Resultat, welches mit Davy's Erfahrungen übereinstimmt. Sie fanden, dafs die Menge des ausgeathmeten kohlensauren Gas, der Masse nach, genau der Quantität des verbrauchten Sauerstoffgas gleich war x). Sie bemerkten

w) Voigt's Magazin f. d. neuesten Zustand der Naturk. B. 12. S. 139 ff.

x) In einem der obigen Davyschen Versuche enthielt die eingeathmete atmosphärische Luft 5,4 Kubikzoll Sauerstoffgas, und es wurden dagegen 2,2 K. Z. Sauerstoffgas und 1,2 K Z. kohlensaures Gas wieder ausgeathmet. Die Menge des verbrauchten Sauerstoffgas betrug also 1,2 K. Z., mithin gerade so viel wie die des respirirten kohlensauren Gas. In einem andern Versuch wurden

	eingeathmet	42,4 K. Z. Sauerstoffgas,
	ausgeathmet	23,0 — — —
Der Verlust betrug also		19,4 — — —

Das ausgeathmete kohlensaure Gas betrug 17,4 K. Z., folg-

Digitized by Google

merkten ferner, dafs die einmal geathmete Luft mit 0,80 bis 0,85 Theilen kohlensauren Gas aus den Lungen zurückkam, und dafs der Gehalt an dieser Gasart nur 0,1 Theil betrug, wenn das Athmen einer und derselben Luft so oft wie möglich wiederholt wird. Geschah das Athmen schneller als gewöhnlich, so wurde eine gröfsere Menge kohlensauren Gas in einer bestimmten Zeit ausgeathmet, doch blieb das Verhältnifs desselben fast einerley, nehmlich 8 Theile von hunderten. Unter Umständen, wo das Athemholen sehr erschwert war, schien etwas Sauerstoff absorbirt zu werden. In Sauerstoffgas wurde eine gröfsere Menge kohlensauren Gas als in der atmosphärischen Luft gebildet. Ausser dem kohlensauren Gas schien weder Wasserstoffgas, noch eine andere Luftart beym Athmen entbunden zu werden. Die Person, mit welcher Allen und Pepys ihre Versuche anstellten, athmete 19mal in der Minute, und nahm beym natürlichen Athmen 16 bis 17 Kubikzoll Luft auf. Die Verminderung des ganzen Betrags der geathmeten Luft schien sehr gering zu seyn, und sich nur auf 0,006 Theile zu belaufen. Versuche mit geathmetem Sauerstoffgas bewiesen, dafs die Menge der nach dem Einathmen in den Lungen zurückbleibenden Luft sehr beträcht-

folglich nur 2 K. Z. weniger als das verbrauchte Sauerstoffgas.

beträchtlich ist, und überhaupt glauben ALLEN und PEPYS, dafs alle Respirationsversuche mit kleinen Quantitäten Luft keine genaue Resultate liefern können y).

So viele Vorzüge aber auch diese Versuche wegen des dabey angewandten grofsen Apparats haben mögen, so scheint es doch, dafs das Mittel zur Prüfung des Sauerstoffgehalts der Luft, dessen sich ALLEN und PEPYS bedienten, nicht das vorzüglichste war, und dafs die Quantität des Sauerstoffs in der geathmeten Luft von ihnen immer zu gering angegeben ist. Wenigstens von den Fischen ist es nach VON HUMBOLDT's und PROVENÇAL's genauen Versuchen ausgemacht, dafs sie beym Athmen weit mehr Sauerstoff absorbiren, als Kohlensäure erzeugen, und es ist glaublicher, dafs diese Verschiedenheit zwischen den Erfahrungen der letztern und denen der beyden Engländer in dem bessern eudiometrischen Mittel, dessen sich VON HUMBOLDT und PROVENÇAL bedienten, als in einer Verschiedenheit des Respirationsprocesses beym Menschen und bey den Fischen, deren Athmen doch in allen übrigen Stücken einerley ist, ihren Grund haben. Auffallend ist es auch, dafs ALLEN und PEPYS nicht die von DAVY, HENDERSON und PFAFF beobachtete Absorbtion von Stickgas beym Athemholen bemerkten. Indefs

y) Philosoph. Transact. Y. 1808. P. 2. p. 249.

Digitized by Google

defs fand Berthollet, der mit dem genauesten eudiometrischen Werkzeug, das wir besitzen, mit dem Voltaischen Eudiometer, experimentirte, ebenfalls kein Verschwinden dieser Gasart bey der Respiration der Säugthiere, wohl aber eine geringe Absorbtion von Sauerstoffgas z). Es ist also zu vermuthen, dafs das Stickgas von diesen Thieren nicht unter allen Umständen verzehrt wird.

Im Allgemeinen ergeben sich ähnliche Resultate aus den bisherigen Versuchen über das Athemholen der Amphibien und Fische. Priestley a) fand, als er die Luft aus einer Quantität Wasser, worin Fische gelebt hatten, durch Kochen ausgetrieben hatte, dafs sie einen kleinern Raum als vorher einnahm und ein Licht auslöschte, indem die Luft, die er aus einer ähnlichen Menge Wasser, worin sich keine Fische befunden hatten, erhielt, der atmosphärischen gleich war. An denselben Thieren, und zugleich an Fröschen, wurde die nehmliche Beobachtung auch von Sylvestre b) und Corradori c) gemacht. Doch erhielt der letzte-

z) Mém. de la Société d'Arcueil. T. 2. p. 454.

a) Vers. u. Beobacht. über versch. Gattungen der Luft. Th. 3.

b) Bulletin des sc. de la Soc. philomath. Vol. 1. p. 17.

c) Scherer's Journal der Chemie. B. 2. S. 669. 676.

Digitized by Google

letztere zugleich ein Resultat, welches eine wichtige Verschiedenheit in der Respiration derer Thiere, die im Wasser athmen, und derer, die in der Luft respiriren, bewiesen haben würde, wenn es sich bestätigt hätte. Er fand nehmlich, dafs die Frösche und Fische beym Athmen im Wasser nicht so, wie andere Thiere, kohlensaures Gas aushauchen. Allein an der Unrichtigkeit dieser Behauptung läfst sich nicht zweifeln, da Sylvestre d) versichert, bey seinen Versuchen über die Respiration der Fische gefunden zu haben, dafs diese kohlensaures Gas ausleeren; da, nach von Humboldt's Beobachtungen e), die Crocodile das Volumen der Luft, worin sie leben, sogar vermehren, indem jüngere Thiere der Art 1000 Theile atmosphärischer Luft, welche 274 Theile Sauerstoffgas, 15 Theile kohlensauren Gas und 711 Theile Stickgas enthielten, in einer Stunde und 43 Minuten bis auf 1124 Theile vergröfserten, worin sich 106,8 Theile Sauerstoffgas, 79 Theile kohlensauren Gas und 938,2 Theile Stickgas, vermischt mit andern unbekannten Gasarten, befanden; und da endlich von Humboldt's und Provençal's genaue und umständliche Versuche über das Athemholen der Frösche und Fische die Erzeugung von kohlensaurem Gas bey diesem Procefs ausser Zweifel setzen.

Die

d) A. a. O.

e) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 2. p. 305.

Digitized by Google

Die letztern bedienten sich bey diesen Versuchen des VOLTAischen Eudiometers. Sie fanden, daſs die aus dem Wasser der Seine durch Kochen entwickelte Luft 0,30 bis 0,31 Theile Sauerstoffgas, und 0,06 bis 0,11 Theile kohlensauren Gas enthielt, und daſs durch die Respiration der Fische der Gehalt jener Luft an Sauerstoffgas und Stickgas vermindert, die Menge des kohlensauren Gas in derselben aber vermehrt wird. Die Absorbtion des Sauerstoffgas ist sehr gering. Die Fische athmen noch in einem Wasser, welches nur 0,0002 seines Volumens an Sauerstoffgas enthält. Ueberhaupt verhalten sie sich wie Landthiere, die eine Luft athmen, deren Gehalt an Sauerstoffgas noch nicht den hundertsten Theil beträgt, indem die im Wasser befindliche Luft nur 0,027 des Volumens jener Flüssigkeit ausmacht, und hierin nur 0,31 Theile Sauerstoffgas enthalten sind. Ihre Respirationsorgane müssen daher zwar langsamer, doch auch weit kräftiger, als die der warmblütigen Thiere, auf dieses Gas wirken. Fische, die in verschlossenen Gefäſsen athmen, leiden auch weit mehr von der Erschöpfung des Sauerstoffgas, als von der Anhäufung der kohlensauren Luft. Sie hauchen die letztere bey weitem nicht in dem Verhältniſs aus, wie sie das erstere verzehren. Die Menge des verbrauchten Sauerstoffgas beträgt bey ihnen oft das Doppelte der Quantität des abgeschiedenen kohlensauren Gas. Sie gleichen hierin

den Fröschen, die in verschlossenen Gefäfsen ein Drittel weniger Kohlensäure bilden, als sie Sauerstoff verzehren. Diese aber nehmen beym Athemholen kein Stickgas auf; die Fische hingegen verzehren auch dieses, und es verhält sich bey ihnen die Absorbtion desselben zu der des Sauerstoffgas wie 1:2, oder auch wie 5:4. Uebrigens wirken die Fische auch ausserhalb ihrem Element noch vermittelst der Kiemen auf den Sauerstoff der atmosphärischen Luft f).

Eben so wie in den Kiemen wird die atmosphärische Luft auch in dem Nahrungscanal des Cobitis fossilis, von welchem im vorigen §. bemerkt ist, dafs er von Zeit zu Zeit Luft verschluckt und durch den After wieder ausleert, verändert. Sie verliert auch bey diesem Durchgang ihren Sauerstoff, und nimmt dagegen Kohlensäure auf g).

Bey dieser starken Anziehung nicht nur der Kiemen, sondern auch der ganzen Oberfläche des Körpers, und bey dem Cobitis auch der innern Fläche des Nahrungscanals gegen den Sauerstoff, ist es höchst auffallend, in der Schwimmblase vieler Fische unter gewissen Umständen eine grofse Menge Sauerstoffgas zu finden. Zuweilen geht der Gehalt derselben an dieser Gasart auf 0,8, und

f) Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 359.

g) Erman in Gilbert's Annalen der Physik. B. 30. S. 140.

und sogar auf 0,9 Theile. Vorzüglich reich an Sauerstoffgas ist die Schwimmblase bey Fischen, die aus grofsen Tiefen des Meers hervorgezogen sind; hingegen bey solchen, die sich am Ufer, oder in geringen Tiefen aufhalten, enthält sie oft nur 0,1 von jener Luft. Ueberhaupt scheint die Quantität des Sauerstoffgas der Schwimmblase mit der Tiefe des Aufenthalts der Fische in Verhältnifs zu stehen h). Es ist nicht wahrscheinlich, dafs jener Sauerstoff von den im vorigen §. beschriebenen rothen Körpern der Schwimmblase unmittelbar abgeschieden wird. Vielleicht ist es ursprünglich nur atmosphärische Luft, was sich in dieser Blase anhäuft, und die Zunahme des Gehalts derselben an Sauerstoff entsteht nur daher, dafs unter gewissen Umständen die Absorbtion des Stickgas bey der Respiration der Fische sehr zunimmt, indem die des Sauerstoffgas sehr vermindert ist.

Die ersten Versuche über den Einflufs des Athemholens der wirbellosen Thiere auf die atmosphäri-

h) Biot, Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 1. p. 252. — Erman a. a. O. S. 113. — Consigliachi sull' analysi dell' aria contenuta nella vescica natatoria dei pesci. Pavia. 1809. — Provençal u. von Humboldt, a. a. O. p. 400. — Delaroche, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 13. p. 198.

sphärische Luft machte SCHEELE i) an Fliegen, Bienen, Raupen und Schmetterlingen. Er bemerkte keine Veränderung des Volumens der geathmeten Luft. Aber Kalkwasser verminderte dasselbe auf den vierten Theil, und der Rückstand war zur Unterhaltung der Flamme untauglich.

Nach SCHEELE stellte VAUQUELIN k) ähnliche Versuche mit verschiedenen Landschnecken und Insekten an. Es ergab sich hieraus, dafs diese Thiere, gleich denen der höhern Classen, das Sauerstoffgas zum Athmen bedürfen, dasselbe aus der atmosphärischen Luft absorbiren, und dafür Wasser und kohlensaures Gas erzeugen. Zugleich beobachtete VAUQUELIN, dafs die Mollusken, besonders die rothe Erdschnecke und die Gartenschnecke, eine sehr beträchtliche Respirationskraft und wenig Empfindlichkeit für die Gegenwart der Kohlensäure haben, indem sie alles Sauerstoffgas vom Stickgas und von dem sich bildenden kohlensauren Gas abscheiden, und erst in dem Augenblick sterben, wo kein Sauerstoff mehr darin übrig ist.

Das erstere dieser Resultate bestätigte sich auch in den Versuchen HAUSMANN's l) nicht nur an einer Menge Insekten, und an mehrern Arten der

i) Abhandl. von der Luft u. dem Feuer. S. 118 ff.

k) Ann. de Chimie. T. 12. p. 273.

l) De animal. exsang. respirat. p. 59. 65 sq.

Digitized by Google

der Geschlechter Limax und Helix, sondern auch an Gammarus Locusta, Astacus fluviatilis, Hirudo medicinalis, Hirudo stagnalis, und Lumbricus terrestris. HAUSMANN erwähnt zwar nichts von der grofsen Respirationskraft, welche VAUQUELIN an den Mollusken und Insekten bemerkt haben will. Doch wird diese durch SPALLANZANI's und SORG's Versuche bestätigt, die ungleich zahlreicher, als die sämmtlichen ihrer Vorgänger, und dabey zum Theil so reich an andern merkwürdigen Resultaten sind, dafs sie eine umständlichere Anzeige verdienen.

Nach den Versuchen SPALLANZANI's m) absorbiren die Helix nemoralis, lusitanica und vivipara, Limax flavus, ater, albus, maximus und agrestis L. den Sauerstoff der atmosphärischen Luft und erzeugen dagegen kohlensaures Gas. Jene Absorbtion ist aber in einem verschlossenen Gefäfse nicht ganz so vollkommen, wie VAUQUELIN behauptet. Die Schnecken sterben, ehe aller Sauerstoff verzehrt ist.

Beym Athemholen der Helix nemoralis werden, wie VAUQUELIN schon gefunden hatte, eben so wie bey der Respiration der Säugthiere und Vögel, mit dem kohlensauren Gas zugleich Wasserdünste erzeugt.

Die

m) Mém. sur la respiration.

Digitized by Google

Die Helix vivipara absorbirte den Sauerstoff der atmosphärischen Luft nur langsam, wenn sie sich unter Wasser befand, hingegen weit schneller, wenn sie der Luft unmittelbar ausgesetzt war. Sogar die aus der Gebärmutter dieser Schnecke genommenen Jungen verzehrten schon Sauerstoff.

Atmosphärische Luft, die über Wasser stand, worin zwey Entenmuscheln (Mytilus anatinus L.) lagen, hatte nach sieben Tagen an 0,07 an Sauerstoffgas verloren. Befand sich statt der atmosphärischen Luft reines Sauerstoffgas über ausgekochtem Wasser, so wurde von jener Luftart 0,08 binnen acht Tagen von einer einzigen Entenmuschel absorbirt.

Eben diese Muschel absorbirte fast dreymal so viel Sauerstoff, wenn sie der Luft ausgesetzt war, als wenn sie sich unter dem Wasser befand.

Die nehmlichen Resultate gaben Versuche mit Mytilus cygneus, Mytilus edulis, Ostrea edulis und Ostrea Jacobaea L.

Bey Versuchen mit der Helix nemoralis ging die Absorbtion des Sauerstoffgas desto schneller vor sich, je höher, und desto langsamer, je niedriger die Temperatur war. Unter dem Gefrierpunkt hörte sie, und zugleich die Bewegung des Herzens gänzlich auf.

Schneller als in der atmosphärischen Luft ging bey Helix nemoralis und Helix lusitanica die Absorbtion

sorbtion des Sauerstoffs in reinem Sauerstoffgas von statten. Zugleich wurde in diesem eine grö-ſsere Menge kohlensauren Gas als in jener erzeugt.

Die Mollusken überhaupt absorbiren den Sauerstoff der atmosphärischen Luft weit langsamer, aber auch weit vollkommener, als die Säugthiere und Vögel. Diese sterben schon, wenn sie höchstens 0,19 des Sauerstoffs der Atmosphäre verzehrt haben. Bey jenen hingegen tritt der Tod erst ein, wenn sie eben so viel Sauerstoff wie der Kunkelsche Phosphor, nehmlich 0,2 absorbirt haben. Sobald diese Quantität verbraucht ist, hört die Bewegung der Lungen, des Herzens und der Säfte völlig auf, und eben dies geschieht, wenn man die Mollusken in mephitisches Gas bringt.

Die Helix nemoralis und Helix lusitanica aber verzehrten nicht blos den Sauerstoff, sondern auch mehr oder weniger von dem Stickstoff der atmosphärischen Luft. Doch war die Absorbtion des erstern weit beträchtlicher, als die des letztern. Hingegen beym Athemholen des Limax flavus, Limax agrestis, Mytilus anatinus, Mytilus cygneus, Mytilus edulis, der Ostrea edulis und Ostrea Jacobaea blieb der Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft unverändert. Bey Helix nemoralis, Helix lusitanica und Helix itala beobachtete aber Spallanzani einige male auch, statt einer Verminderung, eine Zunahme des Stickstoffs

der

der geathmeten Luft, und zwar trat dieser Fall entweder kurz vor dem Tode, oder dann ein, wenn die Thiere reichlich und mit Begierde gefressen hatten.

Die Insekten absorbiren, nach Spallanzani, den Sauerstoff der Atmosphäre mit bewunderungswürdiger Schnelligkeit. Eine Larve von dem Gewicht einiger Gran nimmt fast eben so viel Oxygene auf, wie ein Amphibium von einem tausendmal gröſsern Volumen.

Mit der letztern und manchen andern Behauptungen Spallanzani's sind nun zwar die Resultate der erwähnten Hausmannschen Versuche schwer zu vereinigen. Unter zwey und vierzig Insekten, Mollusken und Würmern, über deren Athemholen Hausmann Versuche anstellte, war nur ein einziges Thier, nehmlich Libellula Puella L., welches binnen vier und zwanzig Stunden die so sehr geringe Quantität von 0,0107 Sauerstoffgas verbrauchte. Alle übrige verzehrten noch weit weniger, unter andern Astacus fluviatilis nur 0,0006, Helix Pomatia 0,0028, Limax ater jun. 0,0057, und Limax flavus jun. 0,0002 n). Hingegen in Spallanzani's Versuchen absorbirten zwey Exemplare der Helix lusitanica binnen dreyſsig Stunden, in gemeiner Luft 0,2 Sauerstoff o), und

n) Hausmann l. c. Tab. 1 et 2. ad pag. 66 et 67.

o) Spallanzani a. a. O. p. 219—221.

und ein Limax agrestis binnen acht und zwanzig Stunden in eben dieser Luft 0,18 Oxygene p)! Es ist wahr, dafs sich bey allen HAUSMANNschen, und auch bey vielen der SPALLANZANIschen Versuche, keine Angabe der Temperatur findet, worin dieselben angestellt sind, und dafs sich HAUSMANN der Schwefelleber, hingegen SPALLANZANI des Phosphors zur Prüfung der geathmeten Luft bediente. Aber die Verschiedenheit der Resultate ist doch zu beträchtlich, als dafs sie sich blos in diesen Umständen suchen liefse.

Indefs, wenn manche von SPALLANZANI's Beobachtungen auch unrichtig sind, so stimmen doch mit vielen derselben die zahlreichen Versuche SORG's so sehr überein, dafs man die meisten für zuverlässig halten mufs q).

SORG

p) SPALLANZANI ebend. p. 254.

q) PRUNELLE sagt in seiner Abhandlung über den Winterschlaf einiger Säugthiere von SPALLANZANI: "Ich glaube, dafs man sich im Allge„meinen auf die angeblichen Erfahrungen dieses Na„turforschers nur so weit verlassen darf, als sie von „andern Beobachtern bestätigt sind. Diese Behaup„tung wird ohne Zweifel denen, die den Abbé SPAL„LANZANI nicht persönlich gekannt haben, und die „Art, wie er seine Versuche machte, nicht wissen, „auffallend seyn. Ich habe mich aber mehrere Mo„nate mit der Prüfung dessen beschäftigt, was er „über

SORG q*) stellte mit mehr als funfzig Arten fast aus allen Familien der Insekten und Crustaceen Versuche an. Zur Prüfung der geathmeten Luft bediente er sich des FONTANAschen Eudiometers, und in einigen Fällen auch des Phosphors und des Schwefelalkali.

Alle jene Thiere absorbirten den Sauerstoff der atmosphärischen Luft und erzeugten kohlensaures Gas. Viele verzehrten jenen Stoff so vollkommen, dafs kein Ueberbleibsel desselben in der geathme-

„über das Athemholen der verschiedenen Helixarten „und über den Einflufs, welchen selbst todte Thiere „noch auf die atmosphärische Luft sowohl selber, „als vermöge ihrer Schaale äussern sollen, gesagt „hat, und fast immer Resultate erhalten, die den „von ihm angegebenen entgegengesetzt waren, ob„gleich ich auf eine weit genauere Art, als zu sei„ner Zeit möglich war, dabey zu Werke gegangen „bin". (Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 18. p. 56.). PAUNELLE mag dieses harte, ohne einen einzigen nähern Beweis über einen Todten ausgesprochene Urtheil vor SPALLANZANI's Schatten verantworten. So viel ist gewifs, dafs niemand ohne die gröfste Ungerechtigkeit SPALLANZANI's Verdienste um die Biologie verkennen kann, und dafs, wenn er auch oft menschlich irrte, er eben so oft die Wahrheit fand.

q*) Disqu. physiol. circa respirat. insectorum et vermium.

geathmeten Luft zu entdecken war. Eine Melolontha vulgaris und eine Sphinx euphorbiae aber starben in reinem Sauerstoffgas lange vorher, ehe dieses Gas völlig absorbirt war.

Insekten, die an eingeschlossenen, dunkeln Orten leben, verzehrten weniger Sauerstoffgas, und dauerten länger in mephitischen Gasarten aus, als solche, die sich im Freyen aufhalten. Auch starben solche Insekten, die vor dem Versuch gehungert hatten, nicht so schnell in eingeschlossener Luft und in mephitischen Gasarten, als wohlgenährte Thiere.

Die Erzeugung des kohlensauren Gas bey der Respiration stand mit der Absorbtion des Sauerstoffs nicht immer in Verhältnifs.

Nach einer reichlichen Mahlzeit wurde eine grofse Menge kohlensauren Gas erzeugt. Thiere hingegen, die keine Nahrungsmittel zu sich genommen hatten, brachten nur eine geringe Menge dieser Luft hervor.

Eine Aranea Diadema, die einen Monat ohne alle Nahrung in 78 Cubikzoll atmosphärischer Luft eingeschlossen gewesen war, hatte während dieser Zeit an Gewicht nicht nur ab-, sondern zugenommen.

Krebse, die sich in destillirtem, mit Oel bedecktem Wasser befanden, starben sehr bald. In eingeschlossenem Brunnen- oder Flufswasser leb-

ten sie desto länger, je gröfser die Quantität dieser Flüssigkeit war.

Ferner stellte Sorg mit folgenden Mollusken und Würmern Versuche an: Nerita fluviatilis, Helix arbustorum, Mya pictorum, Limax ater, Limax flavus, Hirudo medicinalis, Lumbricus terrestris, Ascaris lumbricoides. Auch diese Thiere absorbirten den Sauerstoff der atmosphärischen Luft und erzeugten kohlensaures Gas, und einige verzehrten jenen eben so vollkommen, wie manche Insekten. Der Erdregenwurm, der Blutigel und die Mahlermuschel nahmen jenen Stoff sowohl in der Luft, als im Wasser auf, die übrigen in der Luft, der Spuhlwurm aber nur in sehr geringer Quantität.

An dem Blutigel machte auch noch Thomas r) die Beobachtung, dafs er das Volumen einer Luftmasse, womit er unter Wasser eingeschlossen ist, vermindert, und dieser das Vermögen benimmt, die Flamme zu unterhalten.

Aus allen diesen Erfahrungen ergiebt sich so viel, dafs auch die sämmtlichen Mollusken, Crustaceen und Insekten, und wo nicht alle, doch manche Würmer, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft beym Athemholen aufnahmen, und dafür kohlensaures Gas ausschieden; dafs viele diesen Stoff einer eingeschlossenen Luftmenge mit gleicher

r) Mém. sur l'Hist. nat. des sangsues. p. 68.

gleicher Stärke wie der Phosphor und andere eudiometrische Mittel zu entziehen im Stande sind; daſs jedoch nicht alle ein so starkes Absorbtionsvermögen besitzen, und daſs dieses auch bey einem und demselben Individuum nicht immer in gleicher Stärke vorhanden ist. Sorg's Versuche geben auch den Schlüssel zur Erklärung der von Davy gemachten, aber mit Pfaff's, Berger's und Spallanzani's Erfahrungen nicht übereinstimmenden Beobachtung, daſs in Sauerstoffgas weniger Kohlensäure als in atmosphärischer Luft beym Athemholen hervorgebracht wurde, indem sie zeigen, daſs die Ausleerung dieser Säure eben so sehr von der Verdauung, als von der Qualität der geathmeten Luft abhängt.

Doch ehe wir aus den angeführten Thatsachen allgemeine Folgerungen zu ziehen wagen, wird es nöthig seyn, erst die chemischen Erscheinungen zu untersuchen, welche die Oberfläche der Haut und andere Theile der lebenden Körper auf die Luft äussern, und die Resultate dieser Untersuchungen mit jenen Thatsachen zu vergleichen.

Daſs durch die ganze Oberfläche des Körpers Luft und Wasserdünste ausgeleert werden, ist schon im vorigen §. bemerkt worden. In jener Luft erlöschen brennende Körper; Kalkwasser wird von ihr getrübt; Salpetergas verschluckt

nur eine geringe Quantität derselben. Sie ist also, wie das Produkt des Ausathmens, kohlensaures Gas s).

Die Menge der Materie, welche binnen einer gewissen Zeit transpirirt wird, ist bey verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Umständen verschieden. Cruikshank t) schätzte sie bey dem Menschen binnen vier und zwanzig Stunden auf 7 Pfund 6 Unzen, und auf das Fünfzehnfache dessen, was durch die Lungen ausgehaucht wird. Aber diese Schätzung ist gewiſs zu hoch. Nach Lavoisier's und Seguin's Versuchen v), die mit einem eigenen Apparat angestellt wurden, und genauer zu seyn scheinen, ist die Mittelzahl der Hautausdünstung für vier und zwanzig Stunden 52,89 Unzen Troygewicht. Diese Versuche lehren zugleich, daſs die Quantität der ausgedünsteten Materie durch flüssige, nicht aber durch feste Nahrungsmittel vermehrt wird, und daſs die Transpiration unmittelbar nach der Mahlzeit am schwächsten, während der Verdauung aber am stärksten ist.

Ver-

s) De Milly, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1777. p. 221. — Cruikshank's Abh. über die unmerkliche Ausdünstung. S. 45 ff.

t) A. a. O. S. 47 ff.

v) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris, A. 1790. p. 601.

Digitized by Google

Verschieden von der Ausdünstungsmaterie ist die Hautschmiere (Sebum cutaneum), die ebenfalls durch die Haut hervordringt, aber von den Balgdrüsen der Haut abgesondert wird. Wahrscheinlich haucht diese Flüssigkeit auch gasförmige Stoffe aus, die sich mit der Transpirationsmaterie vermischen. Es hält daher schwer zu bestimmen, ob manche durch die Haut entweichende Stoffe Bestandtheile dieser Materie, oder der Hautschmiere sind. So haucht, nach Sorg's w) und C. Schmidt's x) Beobachtungen, die Haut auch Wasserstoffgas aus. Vielleicht aber ist dieses ein gasförmiger Theil der Hautschmiere. Von ihr scheint auch der specifische Geruch der Thiere und mancher Menschen herzurühren. Der Schweifs ist gewifs ebenfalls das Produkt einer vermehrten Absonderung der Hautbälge, und nicht, wofür er von manchen Schriftstellern angesehen wird, eine verdichtete Ausdünstungsmaterie. Diese verdichtet sich nur in der Kälte zu einer tropfbaren Flüssigkeit. Vermehrte Wärme kann nicht dieselbe Wirkung hervorbringen. Die chemische Beschaffenheit des Schweisses, so unvollkommen auch die bisherigen Versuche darüber sind y), beweiset

w) Experim. physiol. et med. Wirceb. 1788.

x) Der Zitterstoff und seine Wirkungen in der Natur. S. 14 ff.

y) Der einzige, der den Schweifs näher untersucht hat.

weiset ebenfalls, dafs derselbe nichts mit der Ausdünstungsmaterie gemein, wohl aber Aehnlichkeit mit dem Harn hat.

Bey der Ausdünstung geht auch, wie beym Athemholen, eine Absorbtion des Sauerstoffs der Atmosphäre vor sich. Spallanzani z) fand, dafs lethargische Fledermäuse, die kein Zeichen von Athemholen äusserten, in gemeiner Luft bey einer Temperatur von — $3\frac{1}{2}$ R. 0,05 Theile Sauerstoff verzehrten. Nach den Erfahrungen eben dieses Schriftstellers a) ist bey den Amphibien die Absorbtion des Sauerstoffs durch die Lungen sehr gering in Vergleichung mit derjenigen, welche durch die Haut geschieht. Amphibien, denen die

hat, ist Thénard. (Ann. de Chim. T. 59. p. 262.). Dieser verschaffte sich denselben durch ausgewaschene flanellene Kamisöler, die er zehn Tage auf dem blofsen Leibe tragen, und dann mit heissem, destillirtem Wasser auswaschen liefs. Dafs durch diese Operation der Schweifs sehr verändert werden mufste, bedarf keines Beweises. Indefs fand Thénard in dem Waschwasser freye Essigsäure, salzsaures Natrum, eine geringe Menge phosphorsauren Kalk, etwas phosphorsaures Eisenoxyd, und eine kaum merkliche Quantität einer thierischen Substanz, die er mit der Gallerte vergleicht.

z) A. a. O. p. 77.

a) A. a. O. p. 71. 72.

Digitized by Google

die Lungen ausgeschnitten sind, und welche diesen Verlust sonst gewöhnlich einige Tage überleben, sterben daher sehr bald, wenn man ihre Haut auch nur leicht mit Theer oder Firnifs bestreicht b). Auch an der Luft des Wassers verschlossener Gefäfse, worin Schleiben (Cyprinus Tinca) blos mit dem Hintertheil des Körpers eingetaucht gehalten wurden, beobachteten von Humboldt und Provençal c), dafs sie dieselbe Mischungsveränderung erlitt, als wenn die Fische mit den Kiemen darin geathmet hätten. Doch wirkte die Oberfläche des Körpers nicht so kräftig, wie die Kiemen, und jene hatte ausserhalb dem Wasser, wo die Kiemen das Athemholen eine Zeit lang noch fortsetzen können, gar keinen Einflufs auf die Luft.

Die nehmliche Einwirkung, wie die Lungen und die Haut, äussern auch die Eyer der Vögel d) und Insekten e) auf die Atmosphäre.

Ferner nehmen Muskelfasern, Nerven, Gehirnsubstanz, kurz alle thierische Organe, die der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, eine beträcht-

b) Th. Bartholini Tract. de pulmonibus. — Spallanzani a. a. O.

c) Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 393.

d) Spallanzani a. a. O. p. 232.

e) Sorg l. c. Exp. 68—70. 71—73.

Digitized by Google

trächtliche Menge Sauerstoff aus derselben auf. Die Absorbtion ist aber verschieden, nach der Verschiedenheit jener Substanzen. Bey der Muskelfaser vermindert sie sich mit der abnehmenden Vitalität dieses Organs f).

Auch die flüssigen Theile der Thiere saugen den Sauerstoff der Luft ein, und das Blut besitzt dieses Absorbtionsvermögen nicht, wie man vermuthen könnte, im höchsten Grade g). Nur die Galle macht, nach SPALLANZANI's Versicherung h), hiervon eine Ausnahme, und äussert keinen Einfluſs auf den Sauerstoff.

Nach den Versuchen des letztern Schriftstellers ziehen alle Thiere selbst nach dem Tode den Sauerstoff der Luft noch an, und erzeugen dafür kohlensaures Gas, doch in weit geringerm Grade als während des Lebens. Diese Absorbtion dauert, ihm zufolge, so lange fort, als die Fäulniſs dauert, und hört erst auf, wenn das Thier gänzlich zersetzt ist. Sogar die bloſsen Gehäuse der Schnecken und die Schaalen der Muscheln sollen, jenen Versuchen nach, atmosphärischen Sauerstoff auf.

f) ALDINI in GILBERT's Annalen der Physik. B. 14. S. 335. 336.

g) SPALLANZANI a. a. O. p. 87. — GRIMM in GEHLEN's neuem allg. Journal der Chemie. B. 4. S. 161.

h) A. a. O.

Digitized by Google

aufnehmen und kohlensaures Gas aushauchen. Ja, nicht nur frische Gehäuse, sondern auch solche, die schon über ein Jahr alt sind, sollen dieses Absorbtionsvermögen besitzen. Doch soll dasselbe mit der Verwitterung der Gehäuse verloren gehen. Für den Sitz dieses Vermögens hält Spallanzani den membranösen Theil der Gehäuse, von welchem sich bekanntlich der erdige Theil durch verdünnte Salpetersäure absondern läſst.

Bey diesen letztern Beobachtungen hat aber gewiſs eine Täuschung statt gefunden, wovon sich auch der Grund mit Wahrscheinlichkeit angeben läſst. Grimm's i), Berger's k), von Humboldt's und Gay-Lussac's l) Versuche nehmlich beweisen, daſs im Wasser ein beständiges Bestreben statt findet, mit den Luftarten, mit welchen dasselbe in Berührung ist, sich ins Gleichgewicht zu setzen, daſs es unter Sauerstoffgas Oxygene aufnimmt und Stickgas fahren läſst, und unter Stickgas diese Luftart verzehrt, indem es Sauerstoffgas aushaucht. Es war also vermuthlich bey Spallanzani's Versuchen Wasser mit im Spiele, und hiervon rührte die Absorbtion des Sauerstoffgas her. Diese Vermuthung ist um so wahrschein-

i) A. a. O.

k) Journal de Phys. T. 57. p. 1.

l) Ebendas. T. 60. p. 129.

scheinlicher, da Spallanzani ausdrücklich bemerkt m), dafs er die Schnecken, die er zu den Versuchen über die Absorbtion des Sauerstoffgas durch todte Thiere gebrauchte, in siedendem Wasser getödtet, und gleich nach dem Eintauchen, also noch nafs, in die Absorbtionsröhren gebracht hatte.

Nach allen den bisherigen Erfahrungen können wir folgende Resultate als hinreichend begründet ansehen:

1. Alle thierische Organismen absorbiren durch alle mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehende Theile ihres Körpers immer Sauerstoffgas und unter gewissen Umständen auch Stickgas, und hauchen dafür kohlensaures Gas und Wasserdünste aus.

2. Die Lungen sind die Organe, in welchen diese Einwirkung auf die Luft vorzüglich statt findet.

3. Die Entbindung des kohlensauren Gas steht nicht immer mit der Absorbtion des Sauerstoffs in Verhältnifs.

4. Die Thiere der höhern Classen äussern eine stärkere Einwirkung auf den Sauerstoff als die der niedern. Aber diese Einwirkung nimmt bey ihnen früher ab, als bey den letztern,

m) A. a. O. p. 167.

Digitized by Google

letztern, weil ihnen das entbundene kohlensaure Gas früher nachtheilig wird.

5. Die Absorbtion des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft ist im allgemeinen keine den thierischen Individuen ausschliefslich eigene Erscheinung. Sie ist es aber insofern, als sie bey ihnen stets mit relativer Gleichförmigkeit vor sich geht, hingegen bey den Pflanzen abhängig von dem Einflufs des Lichts, und bey den Körpern der leblosen Natur in jedem folgenden Augenblick immer geringer wie in dem vorhergehenden ist.

Welchen Einflufs äussert nun das eingeathmete Sauerstoffgas auf den thierischen Körper? Dies ist die zweyte Frage, die wir zu beantworten haben.

Seit Lower ist es eine bekannte Thatsache, dafs bey dem Menschen, den meisten der übrigen Säugthiere und den Vögeln das Blut der Lungenvenen und derjenigen Arterien, die aus der Aorta entspringen, eine hohe Röthe, dasjenige aber, das sich in den Lungenarterien und den Zweigen der Hohlvene befindet, eine dunklere Farbe hat n). Es ist auch gewifs, dafs diese Verschiedenheit des Arterien- und Venenbluts desto geringer ist, je weniger Sauerstoff in einer gewis-

n) Haller El. Phys. T. II. L. 5. S. 1. §. 4. p. 8 sq. — T. III. L. 8. S. 5. §. 8. p. 328.

gewissen Zeit verbraucht wird. Geringer als bey den Säugthieren und Vögeln ist sie bey den Amphibien und Fischen, und auch unter den Säugthieren ist sie weit geringer bey den Robben und ähnlichen Thieren, welche eine beträchtliche Zeit unter dem Wasser leben können, als bey denen, die sich blos auf dem Lande aufhalten o). Bey dem menschlichen Foetus findet entweder gar keine p), oder doch nur eine sehr geringe Verschiedenheit beyder Blutarten statt q). Man hat ferner bemerkt, dafs nach aufgehobener Respiration das arterielle Blut eben so schwarz wie das venöse r), und nach Zulassung der atmosphärischen

o) Haller l. c. T. III. p. 328 sqq.

p) Osiander's Annalen der Entbindungsanstalt zu Göttingen. B. 2. St. 2.

q) Scheel de liquor. amnii asperae arter. foetuum human. natura et usu. p. 47.

r) Haller l. c. T. II. p. 8. — Bey der blauen Krankheit, wo, eines organischen Fehlers des Herzens und der Respirationsorgane wegen, das Athemholen nur unvollkommen von statten geht, fällt die Farbe des Körpers, besonders die der Lippen und der Nägel, ins Blaue. Morgagni de sed. et causis morb. Ep. 17. §. 12. — Hunter, Med. Obs. and Inquiries. Vol. 6. p. 292. — Nevin, Samml. für prakt. Aerzte. B. 17. S. 86. — Trotter, ebendas. B. 17. S. 103. — Baillie, ebendas. B. 20. S. 332. — Pultney, Med. Trans-

schen Luft zu dem letztern dieses eben so hochroth wie das erstere wird s). Man hat gefunden, daſs dieser Uebergang des venösen Bluts in arterielles nicht erfolgt, wenn der Zutritt der Atmosphäre zu demselben durch Aufgieſsung von Oel verhindert, oder die Luft über demselben durch eine Luftpumpe verdünnt wird t). Man will endlich beobachtet haben, daſs das Arterienblut im luftleeren Raume sehr viele, das venöse aber weit weniger Luftblasen von sich giebt v).

Aus diesen Erfahrungen ergeben sich zwey Folgerungen:

1. Daſs ein Umlauf des Bluts von den Lungenarterien zu den Lungenvenen, von diesen durch die linke oder hintere Vorkammer des Her-

Transact. Vol. 3. — Wilson in Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 4. S. 448. — Nasse ebendas. B. 10. S. 213. — Abernethy's chirurg. u. physiolog. Versuche. S. 156. — Lentin's Beytr. zur ausübenden Arzneywiss. B. 2. S. 68. — Sachse in Hufeland's Neuem Journ. f. d. prakt. Arzneyk. B. 8. S. 126. — Seiler in Horn's neuem Archiv für med. Erfahr. B. 2. S. 201.

s) Haller l. c. T. III. L. 8. S. 5. §. 8. p. 328. §. 15. p. 340.

t) Haller l. c.

v) Haller l. c. T. II. L. 5. S. 1. §. 4. p. 8. — Diese Beobachtung bedarf aber noch einer nähern Prüfung.

Digitized by Google

Herzens und den linken oder hintern Herzventrikel zur Aorta und deren Zweigen, hieraus zu den sämmtlichen Venen, und aus den letztern durch die rechte oder vordere Vorkammer und Kammer des Herzens wieder in die Lungenarterien statt findet.

2. Dafs das Blut bey seinem Uebergang aus den Lungenarterien zu den Lungenvenen entweder Stoffe an die Atmosphäre absetzt, oder dieser einen Bestandtheil entzieht.

Wir werden zuerst die letztere dieser Hypothesen untersuchen, und die nähere Prüfung der erstern bis zum folgenden Kapitel versparen.

Wir wissen, dafs die Atmosphäre bey dem Einathmen Sauerstoff verliert, und durch das Ausathmen mit Wasser und Kohlenstoff geschwängert wird. Jene Hypothese ist also mehrerer Modificationen fähig. Es ist 1) möglich, dafs der Sauerstoff der atmosphärischen Luft von dem Lungenblut absorbirt wird, und dafs dieses dafür Wasser und kohlensaures Gas, die schon vor dieser Absorbtion in demselben vorhanden sind, fahren läfst. Es läfst sich 2) denken, dafs das Blut der Lungen nur einen Theil des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft aufnimmt, dafs es dafür entweder Wasserstoff und kohlensaures Gas, oder Wasser und Kohlenstoff, oder Wasserstoff und Kohlenstoff aushaucht, und dafs der übrige Theil jenes

jenes Sauerstoffs zur Bildung des Wassers, oder der Kohlensäure, oder beyder verwandt wird. Es kann endlich 3) seyn, dafs das Lungenblut der Atmosphäre gar keinen Sauerstoff entzieht, sondern dafs dieser blos zur Zusammensetzung der Kohlensäure, oder des Wassers, oder beyder verbraucht wird, indem die Lungen blos Wasserstoff, oder blos Kohlenstoff, oder beyde Stoffe absondern.

Das Vermögen der Mollusken, Insekten und Würmer, in Stickgas und Wasserstoffgas eine ziemlich lange Zeit leben zu können, giebt uns ein Mittel, um zu entscheiden, welche von diesen Modifikationen der obigen Hypothese die richtige ist. Wird das beym Ausathmen entstehende kohlensaure Gas ohne den Sauerstoff der geathmeten Luft gebildet, so müssen jene Thiere auch in Stickgas und Wasserstoffgas kohlensaures Gas erzeugen; wird dieses ausgeathmete Gas aber mit Hülfe des Sauerstoffs der respirirten Luft erzeugt, so kann dasselbe nicht beym Athmen von Thieren entstehen, die sich in einem Medium befinden, welches keinen Sauerstoff enthält. Spallanzani stellte aus diesem Gesichtspunkt Versuche an, wovon das Resultat war, dafs das ausgeathmete kohlensaure Gas im Körper präexistirend ist, und nicht erst durch eine Verbindung des Kohlenstoffs mit dem atmosphärischen Sauer-

stoff

Digitized by Google

stoff zusammengesetzt wird w). Dieser Grund wird auch durch von Humboldt's, Provençal's und Sorg's oben erwähnte Beobachtungen unterstützt, denen zufolge die Menge des bey dem Athemholen der Amphibien, Fische und Insekten erzeugten kohlensauren Gas keinesweges mit der Quantität des verzehrten Sauerstoffgas in Verhältniſs steht, welches nicht der Fall seyn könnte, wenn die Kohlensäure nicht schon vor dem Ausathmen vorhanden wäre.

Es ist wahr, Berthollet x) fand, als er coagulirtes Blut mit atmosphärischer Luft in seinem Manometer eingeschlossen hatte, daſs die Menge des absorbirten Sauerstoffs mit der Quantität der entbundenen Kohlensäure übereinstimmte. Ein neuerer Schriftsteller y) hat hieraus folgern wollen, daſs auch bey dem Athemholen aller Sauerstoff blos zur Bildung der Kohlensäure verwandt würde. Aber aus einem blos chemischen Vorgang läſst sich nicht auf einen Proceſs schlieſsen, wobey höhere Kräfte mit wirksam sind. Und selbst bey Berthollet's Erfahrung muſs man die entbundene Kohlensäure für präexistirend im Blut, und das Resultat seines Versuchs für einerley mit der

w) Spallanzani Mém. sur la respir. p. 64. 344 sv.

x) Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 462.

y) Creve über den Chemismus der Respiration. Frankf. a. M. 1812. S. 22.

der Erscheinung annehmen, die blofses Wasser zeigt, welches mit einem Gas geschwängert, und mit einem andern in Berührung gesetzt, jenes entweichen läfst und dieses aufnimmt, eine Erscheinung, die vorzüglich dann eintritt, wenn dem Wasser kohlensaures Gas zugemischt ist z), da der Kohlenstoff keine Verbindung mit dem Sauerstoff als nur in einer sehr hohen Temperatur eingeht a).

Wie

z) Henry, Philos. Transact. Y. 1803. P. 1.

a) Ich glaube nicht, dafs einige Versuche, woraus Rumford schliefsen zu müssen glaubt, dafs sich der Kohlenstoff in einer niedrigern Temperatur, als man bisher annahm, verbände, (Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge. B. 15. S. 142.) diesen Satz umstofsen. Unter Rumford's Versuchen ist keiner, der beweist, dafs sich da, wo er eine Entbindung von kohlensaurem Gas annimmt, dieses wirklich gebildet hatte, und es ist kein Beweis von ihm geführt, dafs, wenn die bey seinen Versuchen entwichenen Stoffe, die er für kohlensaures Gas hält, dies auch wirklich gewesen wären, das Gas nicht vor dem Versuch schon vorhanden war und von der Wärme blos ausgetrieben wurde. Wenn aber auch seine Erfahrungen keinen Zweifeln ausgesetzt wären, so würde doch nichts daraus zu Gunsten der Meinung folgen, dafs der Kohlenstoff des Bluts sich bey dem Athemholen mit dem Sauerstoff der Atmosphäre in den Lungen unmittelbar verbindet, da Rumford's Versuche

Digitized by Google

Wie das kohlensaure Gas, so ist ohne Zweifel auch das Wasser, welches bey der Respiration ausgeleert wird, schon vor der Ausscheidung im Körper vorhanden. Wir finden eine ganz ähnliche Flüssigkeit auch in Höhlen, zu welchen die atmosphärische Luft gar keinen Zutritt hat, z. B. in den Hirnhöhlen und in dem Zwischenraum zwischen den Lungen und dem Brustfell.

Was übrigens von dem bey dem Athemholen entstehenden kohlensauren Gas und Wasser gesagt ist, gilt auch von dem, welches bey der Hautausdünstung ausgeleert wird.

Nach dieser Theorie muſs also das venöse Blut reicher an kohlensaurem Gas als das arterielle seyn. Hiermit stimmen auch Luzuriaga's Beobachtungen überein, nach welchen Sauerstoffgas, das mit venösem Blut gesperrt gewesen war, Kalkwasser mehr trübte, als Sauerstoffgas, welches mit arteriellem Blut in Berührung gestanden hatte b). Doch folgt hieraus nicht, daſs das venöse

suche in einer geheitzten Darre angestellt wurden, das aus dem Blute entweichende kohlensaure Gas aber bey den kaltblütigen Thieren selbst in einer Temperatur noch ausgehaucht wird, die nur um wenige Grade die des gefrierenden Wassers übersteigt.

b) Luzuriaga von der wechselseitigen Thätigkeit des Blut- und Nervensystems. Uebers. von Winkelmann. S. 41.

venöse Blut auch mehr von der Basis des kohlensauren Gas, mehr Kohlenstoff, als das arterielle enthält. Dies würde nur dann der Fall seyn, wenn das bey der Respiration und Transpiration entweichende kohlensaure Gas nicht im Blute präexistirend wäre, sondern erst bey der Einwirkung der Atmosphäre mit dem Sauerstoff derselben gebildet würde. In der That hat auch Abilgaard Versuche bekannt gemacht, welche beweisen, daſs im arteriellen Blut mehr Kohlenstoff als im venösen befindlich ist. Dieser lieſs gleiche Theile von getrocknetem Venen- und Arterienblut mit Salpeter verpuffen, und fand, daſs das letztere weit mehr Salpeter zum Alkalisiren bedarf, mithin mehr Kohlenstoff enthält, als das erstere c).

Dieses Resultat widerspricht zwar sehr den gangbaren Meinungen. Doch für mich ist nichts desto weniger der gröſsere Reichthum des Arterienbluts an Kohlenstoff sehr wahrscheinlich. Alle chemische Vegetationsprocesse lieſsen uns eine Erzeugung des Kohlenstoffs im Pflanzenkörper vermuthen d). Wir haben um so mehr Grund, eine Entstehung dieses Stoffs auch im thierischen Kör-

per

c) Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv für Natur- und Arzneywissensch. B. 1. S. 493.

d) Abschn. 2. §. 4. des gegenwärtigen Buchs.

per anzunehmen, da der animalische Organismus den vegetabilischen an Bildungskraft weit übertrifft. Diese Entstehung kann aber nirgends vorgehen, als in dem Blut, das mit erhöhter Lebenskraft aus den Lungen zurückkehrt. Der in demselben erzeugte Kohlenstoff wird theils auf den äussersten Gränzen des arteriellen Systems zur Bildung anderer flüssiger oder fester Theile verwandt, theils vereinigt er sich hier mit dem Sauerstoff, den jenes Blut in den Lungen aufnahm und der bis dahin mit denselben in keiner Verbindung stand, zu kohlensaurem Gas, welches mit dem Venenblut zu den Lungen geführt und beym Durchgang durch diese Organe ausgeleert wird. Die Materie zur Erzeugung des Kohlenstoffs erhält das arterielle Blut aus dem Chylus. Darum erzeugen Insekten, nach Sorg, mehr Kohlensäure und absorbiren mehr Sauerstoff bey der Verdauung, als nüchtern, und darum ist, nach Lavoisier und Seguin, die Hautausdünstung zu jener Zeit stärker als zu dieser.

Jetzt frägt sich: Ob der Sauerstoff, den das Blut beym Athemholen aufnimmt, sich als Luft oder im nicht gasförmigen Zustand mit demselben verbindet? Es fehlt uns noch an Mitteln, um diese Frage aus andern Gründen als aus der Analogie des Wassers zu beantworten. Nach dieser aber scheint es nicht die bloſse Basis des Sauerstoffgas

stoffgas zu seyn, was sich mit dem Blute vereinigte, indem sich das von dem Wasser aufgenommene Sauerstoffgas durch bloſses Kochen wieder davon absondern läſst. Doch ist es auf der andern Seite auch gewiſs, daſs die Verbindung der Luft mit dem Wasser nicht auf eine blos mechanische Art, sondern durch eine chemische Verwandtschaft geschieht, welches sich schwerlich erklären läſst, wenn man nicht eine gewisse Zersetzung der von dem Wasser absorbirten Luft annimmt e). Giebt es also vielleicht, wie Ackermann f) vermuthet hat, einen mittlern Zustand der Luftarten zwischen der Gasform und dem gänzlichen Mangel der Elasticität? Hier ist noch völlige Dunkelheit. Bis diese aufgehellt ist, wird in unserer Kenntniſs des Athemholens noch eine beträchtliche Lücke seyn.

Solcher Lücken giebt es aber noch mehr. So weiſs man, daſs der Phosphor in Luft, die vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, viermal schneller als in vollkommen trockner Luft verbrennt g). Zwischen dem Verbrennen des Phosphors und dem Athemholen findet aber eine allgemein

e) Von Humboldt u. Gay-Lussac, Journ. de Phys, T. 60. p. 129.

f) Versuch über die Lebenskräfte.

g) Parrot in Gilbert's Annalen der Physik. B. 10. S. 168.

gemein anerkannte Analogie statt. Sollte also die Feuchtigkeit der Luft nicht auch beym Athemholen mit wirksam seyn? Tödtet vielleicht, wie von Hauch glaubte h), der Sirocko durch die große Trockenheit der Luft, die er mit sich führt? Aber worin besteht denn jene Wirksamkeit? Vermittelt die Feuchtigkeit der Luft die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Blut? Oder geht das Wasser selber eine Verbindung mit dem Blute ein?

So läßt sich ferner fragen: Ob sich das kohlensaure Gas der Atmosphäre bey dem Athemholen der Thiere ganz unthätig verhält? Bey der Respiration der Pflanzen spielt jenes Gas als Reitzmittel eine wichtige Rolle. Was berechtigt uns, dasselbe beym Athemholen der Thiere ganz ausser Acht zu lassen?

Es läßt sich endlich fragen: Ob nicht vielleicht die Luft noch auf eine ganz andere Art, als durch ihren Gehalt an Sauerstoff, bey dem Athemholen wirksam ist? Gattani fand die Luft eines Sumpfs an der Mündung eines kleinen Flusses um 2 Grad reichhaltiger an Sauerstoff als die Luft eines benachbarten Gebirges, welches 2880 Fuß über der Meeresfläche liegt. Demohngeachtet waren die Bewohner des Gebirges gesund,

h) Pfaff's, Scheel's u. Rudolphi's Nordisches Archiv für Natur- u. Arzneywiss.

sund, während diejenigen, die in der Nachbarschaft des Sumpfs lebten, jährlich von Gallen- und Wechselfiebern heimgesucht wurden i). Es erhellet hieraus, daſs es nicht der bloſse Sauerstoffgehalt ist, wovon die nachtheiligen oder vortheilhaften Einwirkungen der Atmosphäre auf den thierischen Körper abhängen. Aber wenn dies ist, so kann es vielleicht noch etwas Höheres, als die Absorbtion des Sauerstoffgas seyn, was die Respiration zu einer der wichtigsten Funktionen macht.

Diese Vermuthung wird noch durch eine andere Classe von Erscheinungen, durch den Einfluſs, den das Nervensystem auf die chemischen Wirkungen des Athemholens hat, unterstützt. Wir kommen hier auf einen Gegenstand, den wir erst in der Folge mit andern verwandten Phänomenen in Verbindung werden bringen können. Hier begnügen wir uns, blos erst Thatsachen und deren unmittelbare Resultate mitzutheilen.

§. 3.

Einfluſs des Nervensystems auf das Athemholen.

Es ist eine alte, schon von Rufus dem Ephesier gekannte Thatsache, daſs die Durchschneidung

i) Alibert Dissertat. sur les fievres pernicieuses et ataxiques intermittentes. p. 185.

dung der Stimmnerven Störungen in dem Mechanismus des Athemholens nach sich zieht. Ausser den HALLERschen und GALVANischen Versuchen über die Erregung von Muskelbewegungen durch mechanische und chemische Schärfen und durch den Metallreitz sind wohl keine andere physiologische Erfahrungen häufiger als diese gemacht worden. Vorzüglich wurde sie von GALEN k), RIOLAN l), PLEMPIUS m), WILLIS n), LOWER o), BOYLE p), CHIRAC q), BOHN r), DUVERNOY s), R. VIEUSSENS t), SCHRADER v), BAGLIVI w), COURTEN x), BERGER y), ENS z), VALSALVA a), SENAC

k) De anat. administr. L. 8. C. 5. — De locis affect. L. 1. C. 6.

l) Anthropograph. L. 7. p. 414.

m) Fundam. medicinae. p. 112.

n) Nervor. descript. et usus. C. 24.

o) Tractatus de corde. p. 90.

p) BIRCH History of the Royal Society. T. 1. p. 504.

q) In E. KÖNIGII regno animal. p. 98.

r) Circulus anatom. physiolog. p. 96.

s) In ZELLER Diss. de vasis lymphat. C. 2.

t) Traité nouveau du coeur. p. 122.

v) Additam. ad VESLINGII Syntagm. C. X. n. 7.

w) Diss. de observat. anat. et pract. Exp. 7.

x) Philosoph. Transact. No. 335.

y) Physiol. med. p. 63.

z) De causa vices cordis alternas producente. No. 4.

a) In MORGAGNI epist. 13. p. 504. 505. 512. 513.

Digitized by Google

Senac b), Heuermann c), Varignon d), Brunn e), Molinelli f), Petit g), Haller h), Fontana i), Arnemann k), Cruikshank l), Haigthon m), Bichat n) und Ackermann o) wiederholt. Die Resultate dieser Versuche waren im Allgemeinen Verlust der Stimme, erschwertes Athemholen, Unordnungen in den Bewegungen des Bluts, Austreten des Bluts in die Lungenzellen, gehinderte Umwandlung des venösen Bluts in arterielles, Störungen in der Verdauung, in einigen Fällen Fort-

b) Traité du coeur. T. 1. p. 122.

c) Physiologie. B. 1. S. 300.

d) Hist. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1706. p. 27. (der Octav-Ausg.).

e) Experim. circa ligaturas nervor. in variis animalibus institutas.

f) In Commentar. Institut. Bonon. T. 3.

g) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1727. P. 1. p. 1. (der Oct. Ausg.).

h) Mém. sur les parties sensibles et irritables. T. 1. p. 224.

i) Traité sur le venin de la vipère. T. 2. p. 177.

k) Versuche über die Regeneration. B. 1. S. 261 ff.

l) Phil. Transact. Y. 1797. P. 1. p. 197.

m) Ebend. p. 159.

n) Recherches phys. sur la vie et la mort. P. 2. Art. 10. §. 1.

o) Der Scheintod u. das Rettungsverfahren. Ein chimiatrischer Versuch. Frankf. a. M. 1804. Kap. 7.

Digitized by Google

Fortdauer des Lebens und der Gesundheit bey allmähliger Abnahme jener Zufälle, in andern aber auch baldiger Tod.

Bey allen diesen frühern Versuchen blieb aber die Frage unbeantwortet: ob die gehinderte Umwandlung des venösen Bluts in arterielles blos Folge des gestörten Mechanismus der Respiration ist, oder ob die Stimmnerven einen unmittelbaren Einflufs auf das Blut haben, dessen Aufhebung eine Veränderung in den chemischen Wirkungen des Athemholens nach sich zieht? Der Erste, der in Beziehung auf diese Frage Versuche anstellte, war Dupuytren p). Dieser erhielt folgende Resultate, als er bey Pferden und Hunden das herumschweifende Nervenpaar bald nur auf einer, bald auf beyden Seiten unterband, zusammendrückte, oder durchschnitt.

Durchschneidung der Nerven beyder Seiten zog bey Pferden erschwertes Athemholen, heftige Beängstigungen und endlich den Tod nach sich. Geringer waren diese Zufälle, wenn blos der eine Nerve ganz, der andere aber nur zum Theil durchschnitten wurde, und noch geringer, wenn die Durchschneidung nur auf der einen Seite geschah. Eine auffallende Veränderung zeigte bey diesen Versuchen das Blut; in den Arterien war dasselbe schwarzroth, und in den Venen noch dunkeler

p) Bibliothéque médicale. T. 17. p. 1.

Digitized by Google

keler wie gewöhnlich, obgleich die Lungen fortfuhren sich zu bewegen und mit Luft angefüllt zu werden.

Die nehmlichen Zufälle, die nach der Durchschneidung entstanden, besonders die Veränderungen der Farbe des Bluts, erfolgten noch schneller nach einem auf die Nerven angebrachten Druck. Doch verloren sich diese wieder, so wie der Druck nachliefs. Ein zu heftiges Drücken zog aber den Tod, und zwar noch früher wie die Durchschneidung nach sich.

Bey Hunden stellten sich ausser den erwähnten Zufällen auch Verlust der Stimme und Erbrechen ein. Der Tod erfolgte bey ihnen weit später, als bey Pferden.

Hallé und Pinel, welche diese Versuche wiederholten, erhielten dieselben Resultate. Sie beobachteten zugleich noch, dafs bey einem Pferde, dem beyde Stimmnerven durchschnitten waren, die Carotis zwar anfangs ein schwarzrothes Blut gab, dafs aber einige Minuten nachher ein weniger dunkeles, mit schwarzen Flecken durchsprengtes und mehr lymphatisches Blut ausflofs, dafs sich das Blut in jenen Versuchen bey Hunden nicht so sehr wie bey Pferden veränderte, und dafs die Lungen der nach dem Durchschneiden der Stimmnerven gestorbenen Thiere gesund und im Zustande des Einathmens waren.

Dupuy-

Dupuytren und mit ihm Hallé und Pinel schlossen aus diesen Versuchen, daſs der chemische Proceſs des Athemholens nicht bloſs von der Bewegung der Lungen abhängt, sondern daſs auch der ungehinderte Einfluſs des Nervensystems dazu nothwendig ist.

Gegen die Richtigkeit dieser Folgerung lassen sich indeſs Einwendungen machen. Sie wird durch keine der obigen Beobachtungen als blos durch diejenige bewiesen, nach welcher das Arterienblut der Thiere, denen die Stimmnerven durchschnitten waren, eine schwarzrothe Farbe hatte, obgleich die Bewegungen der Lungen fortdauerten. Alle Umstände aber zeigen, daſs bey solchen Thieren ein heftiger Krampf in den Lungen statt fand. Es waren vermuthlich blos die Bewegungen des Zwerchfells und der Intercostalmuskeln, die hier fortdauerten, und die eingeathmete Luft drang blos in die Luftröhre, ohne in die Lungen zu gelangen. Dupuytren hat ausserdem zu wenig Rücksicht auf die Störung des Blutumlaufs genommen, die, wie schon Willis q) an einem Hunde beobachtete, nach Unterbindung des herumschweifenden Nerven erfolgt. Es läſst sich also aus jenen Versuchen nur schlieſsen, daſs die mechanischen Bewegungen des Athemholens durch das Unterbinden oder Durchschneiden der Stimm-

q) A. a. O.

Stimmnerven gestört werden. Ob aber die dabey statt findende Schwächung der Umwandlung des venösen Bluts in arterielles von dieser verminderten Bewegung der Lungen, oder von dem aufgehobenen unmittelbaren Einflufs des Nervensystems auf das Blut herrührt, ist durch Dupuytren's Versuche nicht entschieden.

Dupuytren's Versuche wurden von Ducrotay de Blainville, Dumas und Emmert wiederholt. Diese erhielten Resultate, die der Meinung des erstern keinesweges günstig sind.

Ducrotay de Blainville durchschnitt das herumschweifende Nervenpaar an Kaninchen, Tauben und Hühnern. Die Kaninchen starben ohngefähr sieben Stunden, die Vögel erst sechs bis sieben Tage nach der Operation, und zwar die letztern an völliger Abzehrung. Bey keinem dieser Thiere hatte die Operation einen unmittelbaren Einflufs auf das Athemholen. Weder in der Menge der eingeathmeten Luft, noch in den chemischen Erscheinungen der Respiration, und in der Farbe des Arterien- und Venenbluts zeigte sich nach der Durchschneidung eine Veränderung r).

Dumas fand, dafs Hunde, denen er das herumschweifende Nervenpaar durchschnitten hatte, nicht

r) Nouveau Bulletin des sc. de la Soc. philomath. A. 1808. No. 12. p. 226.

nicht die Zufälle eines Thiers, das an dem Athmen einer irrespirablen Gasart stirbt, sondern die des Erstickens aus Mangel an athmenbarer Luft bekamen, und daſs das Arterienblut seine helle Farbe bald wieder erhielt, wenn atmosphärische Luft oder Sauerstoffgas in die Lungen geblasen wurde s).

Emmert, welcher Dupuytren's Versuche an Kaninchen wiederholte, beobachtete, daſs das Athmen nach dem Durchschneiden der herumschweifenden Nerven seltener, langsamer und mühsamer wurde, unter gröſserer Anstrengung der Rippenmuskeln erfolgte, und besonders ein längeres Anhalten des Ausathmens zur Folge hatte; daſs die Stimme sich nach jener Verletzung dann erst ganz zu verlieren schien, wenn sowohl der obere, als der untere Nerve des Kehlkopfs vom Gehirn getrennt war; daſs die Umwandlung des venösen Bluts in arterielles nach der Durchschneidung der Nerven zwar etwas geschwächt war, doch, so viel sich aus der äussern Beschaffenheit des Bluts abnehmen lieſs, fortdauerte, wenn nur die gehörige Menge Luft in die Lungen gelangte und der Kreislauf nicht zu sehr gestört war; endlich daſs der Umlauf des Bluts durch die Operation zwar nicht

s) Journal général de Médecine etc. rédigé par Sedillot. T. 33. A. 1808. Decembre.

nicht aufgehoben, doch immer in Unordnung gebracht wurde t).

In einem Nachtrag zu diesen Beobachtungen bemerkt Emmert, was auch schon Morgagni v) erinnert hat, daſs bey den meisten unserer gröſsern Säugthiere sich der groſse sympathische Nerve bald nach seinem Austritt aus dem obern Halsknoten mit den Stimmnerven verbindet, und daſs man deshalb den letztern nicht wohl ohne den erstern unterbinden oder durchschneiden kann. Dupuytren muſste daher in seinen Versuchen den sympathischen Nerven mit dem Stimmnerven zerschnitten haben, weil beyde bey dem Pferde innig mit einander verbunden sind und bey dem Hunde in Einer Nervenscheide liegen, während in Emmert's Versuchen an Kaninchen und in Blainville's Versuchen an Vögeln blos der Stimmnerve verletzt wurde. Das Abweichende in Dupuytren's und Emmert's Erfahrungen konnte daher blos von der Verletzung des sympathischen Nerven herrühren, die in des erstern Versuchen statt fand. Um hierüber Gewiſsheit zu erhalten, stellte Emmert einen Versuch an einem Pferde an. Die Stimm- und sympathischen Nerven wurden erst auf der einen Seite, und nach einiger Zeit auch auf

t) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 380 ff.

v) Epist. anatom. 13. p. 516.

Digitized by Google

auf der andern durchschnitten. Die Zufälle waren lange nicht so heftig, wie sie Dupuytren beobachtete. In der Hauptsache stimmte der Erfolg dieses Versuchs mit dem der frühern an Kaninchen überein. Das Blut der Arterien des Aortensystems war nach dem Zerschneiden beyder sympathischen Nerven und Stimmnerven hellröther und gerinnbarer als das der Venen, und dies selbst beym Verbluten des Thiers, wo das Blut des Hohlvenensystems sonst gemeiniglich eine arteriöse Beschaffenheit annimmt w).

Nach diesen Erfahrungen, und besonders nach den Emmertschen läfst sich der Satz, dafs nach Durchschneidung der Stimmnerven die mechanischen Bewegungen des Athemholens und die Umwandlung der dunkeln Farbe des Venenbluts in die röthere des Bluts der Arterien fortdauern, oder wenigstens fortdauern können, nicht weiter in Zweifel ziehen. Allein wenn Dupuytren's Beobachtungen einen beym Athemholen statt findenden unmittelbaren Einflufs der Stimmnerven auf das Blut nicht beweisen, so läfst sich doch aus den entgegengesetzten Erfahrungen noch keinesweges schliefsen, dafs ein solcher Einflufs gar nicht vorhanden ist. Dafs das Venenblut eine hellere Farbe annehmen würde, so lange die Circulation

w) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 11. S. 117 ff.

Digitized by Google

culation des Bluts und der Eintritt der Luft in die Lungen fortdauert, war vorherzusehen. Allein die Wirkungen des Athemholens sind gewifs nicht auf diese Farbenveränderungen des Bluts beschränkt, die selbst ausserhalb dem Körper noch vor sich geht. Könnte es nicht seyn, dafs zur Entbindung der thierischen Wärme, einer Hauptwirkung des Athemholens, der unmittelbare Einflufs der Stimmnerven erforderlich wäre?

Wir berühren hier eine Erscheinung des thierischen Lebens, wovon wir erst in der Folge umständlich werden handeln können. So viel dürfen wir indefs hier schon als ausgemacht voraussetzen, dafs das Athemholen eine der vornehmsten Bedingungen des Processes ist, wodurch die thierische Wärme hervorgebracht wird. Entsteht in diesem Procefs nach der Verletzung der Stimmnerven eine bedeutende Störung, so ist es gewifs, dafs die Wirkungen der Respiration nicht blos auf die sichtbare Beschaffenheit des Bluts beschränkt sind. Dieser Punkt wurde erst von PROVENÇAL und LE GALLOIS beachtet. PROVENÇAL fand, dafs das Durchschneiden oder Zusammendrücken der Nerven des achten Paars (nach der ältern Benennung) in den Lungen das Vermögen, Sauerstoffgas zu absorbiren und Kohlensäure hervorzubringen, zwar nicht aufhebt, aber mindert, und dafs die Wärme des Thiers dadurch herabgestimmt

wird x). Diese Erfahrung ist inzwischen noch nicht entscheidend. Es liefs sich erwarten, dafs Störung der mechanischen Bewegungen des Athemholens nicht ohne Einflufs auf die thierische Wärme bleiben würde. Entscheidender ist eine von Le Gallois gemachte Erfahrung. Nach den Versuchen des letztern kann man bey Säugthieren, denen der Kopf abgeschnitten ist, die Bewegungen des Athemholens und den Blutumlauf eine ziemlich lange Zeit dadurch unterhalten, dafs man durch eine in die Luftröhre gebrachte Sprütze abwechselnd Luft in die Lungen treibt und wieder auszieht. Aber bey diesem künstlichen Athemholen tritt die merkwürdige Erscheinung ein, dafs die Entbindung der thierischen Wärme aufhört und das Thier fast so kalt wie eine Leiche wird y).

Le Gallois hat übrigens noch das Verdienst, die Ursache des verschiedenen Erfolgs der bisherigen Versuche über das Durchschneiden der herumschweifenden Nerven entdeckt zu haben. Er fand sie in einer Verengerung der Stimmritze, die immer entsteht, wenn bey der Durchschneidung der herumschweifenden Nerven am Halse die rücklaufenden Nerven mit verletzt werden. Diese

x) Journ. général de Médecine etc. rédigé par Sedillot. T. 37. A. 1810. Janv.

y) Le Gallois Expériences sur le principe de la vie. p. 248.

Digitized by Google

Diese ist bey verschiedenen Thieren verschieden, im Allgemeinen aber desto stärker, je jünger das Thier ist. Jüngere Thiere sterben daher nach jener Operation häufig an Erstickung. Die Verengerung der Stimmritze entsteht, indem die Muskeln der beckenförmigen Knorpel (musculi arytenoidei) gelähmt werden, diese Knorpel sich der Stimmritze nähern und die Bänder der letztern erschlaffen. Ausserdem erfolgt oft nach der Durchschneidung der Nerven des achten Paars eine Ergiefsung von Blut und einer serösen, schaumigen Flüssigkeit in die Lungen, die ebenfalls tödtlich wird, indem sie den Eintritt der Luft in die Lungenbläschen verhindert z).

z) Le Gallois a. a. O. p. 105.

Digitized by Google

Zweytes Kapitel.

Der Blutumlauf.

§. 1.

Beweise für den Blutumlauf.

Im vorigen Kapitel (§. 2.) wurden wir auf den Satz geführt, dafs bey dem Menschen und den verwandten Thieren eine Bewegung des Bluts von den Lungenarterien zu den Lungenvenen, von diesen durch die linke oder hintere Vorkammer des Herzens (den Lungenvenensack) und den linken oder hintern Herzventrikel (die Aortenkammer) zur Aorta und deren Zweigen, hieraus zu den sämmtlichen Zweigen der Hohlvene und zur Hohlvene selber, und aus der letztern durch die rechte oder vordere Vorkammer (den Hohlvenensack) und Kammer (die Lungenkammer) wieder in die Lungenarterien statt finde.

Wenn diese Hypothese richtig ist, so wird die Erfahrung folgende Sätze bestätigen müssen:

1) Dafs eine unterbundene Arterie, die nicht mit andern anastomosirt, zwischen dem Bande und dem Herzen anschwillt, zwischen der Ligatur und ihren peripherischen Enden aber von Blute leer wird.

2)

2) Dafs hingegen eine unterbundene Vene, die ebenfalls keine Verbindung mit andern Venen hat, zwischen dem Bande und ihren peripherischen Enden vom Blute ausgedehnt, zwischen der Ligatur und dem Herzen aber von Blute leer wird.

3) Dafs die Klappen, die man im Herzen und in den Venen antrifft, den Fortgang des Bluts aus dem Herzen durch die Arterien zu den Venen, und den Rücklauf desselben aus den Venen durch das Herz zu den Arterien gestatten, die entgegengesetzte Bewegung des Bluts aber verhindern.

Diese Sätze sind der Erfahrung völlig gemäfs.

Dafs eine unterbundene Schlagader zwischen dem Herzen und der Ligatur anschwillt, beobachtete schon Vesal. Harvey, Pecquet, Morgagni und besonders Haller fanden seine Beobachtung in zahlreichen Versuchen an mehrern Thieren und an verschiedenen Arterien bestätigt. Sie sahen die angeschwollene Stelle der unterbundenen Schlagader blau werden, und, wenn sie verwundet würde, eine Menge Blut mit grofser Heftigkeit aussprützen, hingegen die Arterie unter dem Bande sich entleeren, und kein Blut von sich geben, wenn sie in dieser Gegend ge-

 öffnet

Digitized by Google

öffnet wurde a). Nur dann zeigt sich eine Ausnahme von dieser Erfahrung, wenn die unterbundene Arterie Seitenverbindungen mit andern Arterien hat, und ihre Gemeinschaft mit dem übrigen Schlagadersystem durch die Ligatur nicht völlig aufgehoben ist b).

Versuche über die Unterbindung entblöfster Venen machten unter andern Harvey, Waläus, Pecquet, Drake, Verheyen, Dionis, Morgagni und Haller. Alle diese Beobachter sahen in einer unterbundenen Vene das Blut sich zwischen der Ligatur und den peripherischen Enden des Gefäfses anhäufen, hingegen sich zwischen dem Herzen und dem Centralende der Vene verlieren, wenn nicht die Blutader über dem Bande mit einer andern Vene anastomosirte, in welchem Falle die Unterbindung so gut wie nicht vorhanden war c).

Klappen am Herzen giebt es fünf: die der untern Hohlvene, die dreyzipfelige Venenklappe der Lungenarterienkammer, die Klappen der Lungenarterie, die zweyzipfelige Venenklappe der Aortenkammer, und die Anfangsklappe der Aorta. Der Nutzen dieser Valveln ist offenbar, den Rückflufs des Bluts zu verhindern, indem sie den Ein-

a) Haller El. Phys. T. I. L. 3. S. 1. §. 4. p. 198.

b) Ibid. §. 5. 6. p. 200. 201.

c) Ibid. S. 2. §. 12—15. p. 212 sq.

Digitized by Google

Einflufs gestatten. Vorzüglich deutlich zeigt sich dieser Zweck an den Klappen der Lungenarterie, die, in Wasser schwimmend und gegen die Mündung der Arterie gedrückt, diese schon verschliefsen, ehe sich noch ihre Ränder erreichen d).

Auch durch krankhafte Veränderungen im Herzen und den gröfsern Blutgefäfsen, die eine ähnliche Wirkung wie Unterbindungen hervorbrachten, wird die obige Theorie bestätigt. Von einem Herzpolyp entstand eine grofse Geschwulst an den Endigungen der Venen; von einem Polyp in der rechten Höhlung des Herzens eine ausserordentliche Erweiterung der Jugularvenen; von harten Concrementen im rechten Herzventrikel eine ungewöhnlich grofse Hohlvene, und von einer äussern, auf die Venen drückenden Geschwulst eine auffallende Anschwellung derselben e). Hindernisse im rechten Herzventrikel verursachten eine Ausdehnung des rechten Herzohrs f). In einem Fall, wo die eine der drey halbmondförmigen Klappen verknöchert war, und die beyden übrigen knorpelartig geworden waren, fand sich ein Aneurysma des Herzens. Eine Erweiterung des Herzens zeigte sich bey einer Verwachsung der Klappen

d) Sömmering's Gefäfslehre. §. 19. S. 28.

e) Haller l. c. T. I. L. 3. S. 2. §. 13. p. 214.

f) Ibid. L. 4. S. 4. §. 10. p. 403.

Klappen der Aorta mit den Wänden dieser Arterie, so wie bey einer Verknöcherung jener Valveln. Endlich eine Anschwellung der linken Herzhöhle beobachtete man bey einer Verknöcherung der Mündung der Aorta, ferner bey einer Verkürzung ihrer Valveln, und in einem Fall, wo sich eine kalkartige Materie in diesen Klappen abgesetzt hatte g).

§. 2.

Verschiedene Art des Blutumlaufs bey den verschiedenen Thierclassen.

Mit der im vorigen §. bewiesenen Theorie und der aus dem ersten Buche unsers Werks bekannten Struktur des Herzens und der Blutgefäſse der verschiedenen Thierclassen ist uns auch die Erklärung der Art gegeben, wie der Umlauf des Bluts bey den letztern von statten geht.

Bey den Vögeln, die ein ähnliches Herz wie die Säugthiere haben, muſs auch ein gleicher Blutumlauf wie bey diesen statt finden.

Anders aber muſs es sich mit der Bewegung des Bluts bey den Embryonen dieser Thiere verhalten. Der Foetus derselben durchläuft vor seiner völligen Ausbildung mehrere Verwandlungsstufen, die sich vorzüglich in dem Gefäſssystem ausdrücken. Der Kreis, den das Blut desselben beschreibt, liegt

zum

g) Haller l. c. §. 18. p. 414. 415.

zum Theil ausserhalb seinem Körper. Dieses geht theils aus der Aorta durch die Nabelarterie bey den Säugthieren zum Mutterkuchen, bey den Vögeln zum Chorion, und kehrt durch die Nabelvene zur Hohlader zurück; theils fliesst es durch die Gekröseärterie zum Nabelbläschen der Säugthiere, oder zur Dotterhaut der Vögel, und nimmt durch die Dottervene den Rückweg zur Pfortader. Das aus diesen Venen und den Blutadern des Körpers sich in dem gemeinschaftlichen Stamm der Hohlader sammelnde Blut geht jetzt einen weit einfachern Weg, als bey dem ausgebildeten Thier. Es giebt in jener frühern Lebensperiode nur Eine Vorkammer des Herzens, die alles Blut aus der Hohlvene empfängt, und Einen Ventrikel, welcher dieses blos durch die Aorta wieder aussendet. Zusammengesetzter wird das Herz in der spätern Entwickelungsperiode des Foetus, wo bey den Säugthieren das Nabelbläschen zu schwinden, und bey den Vögeln sich der Dotter in den Unterleib zurückzuziehen anfängt. Jetzt bilden sich Scheidewände in den beyden Höhlungen des Herzens, und mit denselben die Anlage zu der künftigen vierfachen Cavität dieses Organs. Aber die Scheidewand der Vorkammer ist noch unvollkommen; es bleibt in ihr bis zur Geburt das eyförmige Loch, welches dem in die rechte Nebenkammer aus der Hohlvene kommenden Blut den Eintritt in die linke Nebenkammer

 erlaubt,

Digitized by Google

erlaubt, indem zugleich die an der Mündung der Hohlvene liegende Eustachische Klappe das Blut auf diesen Weg leitet, und nur einem Theil desselben den Uebergang zum rechten Ventrikel gestattet. Von dem aus diesem rechten Ventrikel in die Lungenarterien gelangenden Theil wird auch noch das meiste durch ein anderes, dem Foetus eigenthümliches Gefäfs, den Schlagadergang, zur Aorta geleitet. Nur eine geringe Quantität fliefst also den noch unthätigen Lungen zu, und dieses vermischt sich, nachdem es durch die Lungenvenen zurückgekehrt ist, in der linken Nebenkammer mit dem Blut der Hohlvene, um mit demselben durch den linken Ventrikel in die Aorta zu gehen.

Diese niedern Bildungsstufen des Gefäfssystems der Säugthier- und Vögelembryonen finden wir in den folgenden Thierclassen bey den völlig ausgebildeten Organismen wieder. In der Classe der Amphibien giebt es bey einigen Schildkröten zwey Vorkammern des Herzens, in welchen, wie bey den Säugthieren und Vögeln, die Venen der Lungen und der übrigen Organe sich endigen, und die auch, wie bey diesen höhern Thieren, keine Verbindung unter einander haben. Es sind hier aber drey Ventrikel vorhanden, die alle mit einander in Verbindung stehen h). Hier gelangt also nicht

h) Biol. B. I. S. 252. — Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4.

nicht alles durch die Venen zum Herzen zurückgeführte Blut in die Lungen, ehe es durch die Aorta wieder im übrigen Körper vertheilt wird. Es kann hier eine Störung des Blutumlaufs in den Lungen eintreten, indem die Circulation im übrigen Körper noch frey von statten geht. Daher die geringe Verschiedenheit in der Farbe des venösen und arteriellen Bluts bey diesen Thieren.

Noch unabhängiger von dem Umlauf des Bluts durch die Lungen ist die Circulation dieser Flüssigkeit im übrigen Körper bey den Fröschen und den übrigen Amphibien, deren Lungenarterie ein bloſser Ast der Aorta ist i).

Bey den Fischen, die überhaupt eine noch unvollkommenere Respiration als die Frösche haben, geht dagegen, zum Ersatz für dieses unvollkommene Athemholen, alles Blut erst durch die Kiemen, ehe es den übrigen Organen zugeführt wird, wie aus dem erhellet, was im ersten Buch dieses Werks über die Struktur des Systems der Blutgefäſse dieser Thiere gesagt ist k). Es ergiebt sich hieraus, daſs das Herz der Fische aus

T. 4. p. 217. — Blumenbach's Handb. der vergl. Anat. S. 228. — H. A. Wrisberg observ. anat. de corde testud. marinae, Midas dictae. Gotting. 1808.

i) Biol. B. I. S. 465.

k) Ebendas. S. 280.

Digitized by Google

aus Einem Ventrikel und Einer Vorkammer besteht, von welchen Theilen jener das Blut zu den Kiemen sendet, dieser dasselbe aus dem ganzen übrigen Körper aufnimmt. Das den Kiemen zugeführte Herzblut fliefst durch die Lungenvenen in eine Aorta; diese zerästelt sich, und ihre Aeste führen jenes Blut allen übrigen Theilen zu; aus den letztern wird es von den Wurzeln der Hohlvene aufgenommen, und von dieser zur Vorkammer geführt, worauf es wieder in den Ventrikel gelangt und von neuem den vorigen Weg nimmt.

Bey den Mollusken geht ebenfalls alles Blut erst durch die Respirationsorgane, ehe es sich im übrigen Körper vertheilt. Aber es geht hier den entgegengesetzten Weg, den es bey den Fischen nimmt. Nachdem es aus der Lunge oder den Kiemen zurückgekehrt ist, fliefst es in den Herzventrikel, in die Aorta und in alle Theile, ausgenommen die Werkzeuge des Athemholens. Die Venen führen es in einen oder mehrere Stämme der Hohlvene zurück, und diese zerästelt sich auf der Lunge oder den Kiemen. Der Uebergang des Bluts aus den Respirationsorganen zum Herzventrikel geschieht bey einigen unmittelbar, bey andern durch eine einfache oder doppelte Vorkammer. Jenes ist der Fall bey den Sepien, dieses bey den übrigen Mollusken. Die Sepien haben

dagegen

dagegen ausser dem eigentlichen Herzen, wodurch das Blut in die Aorta gesandt wird, noch zwey, von diesem ganz abgesonderte, einfache Nebenherzen, welche die zu den Kiemen gehenden Stämme der Hohlvene aufnehmen, und den Gefäſsen, worin das Blut den Kiemen zugeführt wird, zum Ursprunge dienen. Bey den übrigen Mollusken giebt es nur Eine Vorkammer zum Empfang des Lungen- oder Kiemenbluts in den Familien der Schnecken und Pholaden, hingegen zwey neben einander liegende Vorkammern zur Aufnahme des Bluts der Kiemen beyder Seiten in der Familie der Austern l).

Unter den Mollusken zeichnen sich noch die Sepien und Aplysien durch einen höchst merkwürdigen Bau der das Blut zu den Kiemen bringenden Gefäſse aus. Bey den Sepien sind die Zweige der Hohlvene, die zu den Nebenherzen gehen, woraus das Blut zu den Kiemen gelangt, mit Oeffnungen durchbohrt, welche zu ganz eigenen, zahlreichen, drüsenartigen Anhängen führen m). Bey den Aplysien giebt es auf jeder Seite in der muskulösen Decke des Thiers einen gefäſsartigen Canal, der das sämmtliche Venenblut aufnimmt, und dieses in einen gemeinschaftlichen

l) Biol. Bd. I. S. 311. 330. — Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 593.

m) Cuvier a. a. O. T. 4. p. 594.

dafs das Blut, wenigstens an mehrern Stellen, aus den letzten Endigungen der Arterien in die ersten Anfänge der Venen übergeht, ohne sich erst in einen Zwischenraum zu ergiefsen.

Hierauf erschienen HALLER's q), und dann SPALLANZANI's r) Beobachtungen an Fröschen, Kröten und Salamandern. Die letztern sind im Ganzen nur Bestätigungen der HALLERschen. Die vornehmsten, hierher gehörigen Resultate beyder sind folgende.

Die Bewegung des Bluts vom Herzen aus durch die Schlagadern geschieht mit reissender Geschwindigkeit. Nicht selten fliefst dasselbe in einigen Arterien langsamer, in andern schneller. Doch wird es nicht, wie die Jatromathematiker behaupteten, in den Enden der Arterien zurückgehalten. Die regelmäfsige Bewegung des venösen Bluts ist, dafs es aus den Haargefäfsen in die Aeste, hierauf in die Zweige, dann in die Stämme, und endlich zum Herzen gelangt. Die Geschwindigkeit dieses venösen Bluts scheint etwas geringer,

q) Mém. sur le mouvement du sang. Lausanne. 1756. Latine vers. in Opp. min. T. 1. p. 63. — De sang. mortu exp. anat. in Comment. soc. reg. sc. Gotting. T. IV. p. 396. et in Opp. min. T. 1. p. 172.

r) Physikal. u. mathemat. Abhandl. Leipzig. 1769. S. 67 ff.

Digitized by Google

ger, als die des arteriellen, doch nur in dem Verhältniſs der gröſsern Weite, worin die Venen gegen die Arterien stehen, zu seyn. Oft aber läſst sich auch gar kein Unterschied in der Geschwindigkeit beyder Blutarten bemerken, und beym Nachlassen der Bewegung des arteriellen Bluts flieſst zuweilen das venöse schneller als jenes. In den Haargefäſsen der Venen bewegt sich das Blut etwas langsamer als in den Stämmen, aber auch mit Ausnahmen. Im allgemeinen flieſst dasselbe in den Venen gleichförmiger, als in den Arterien. — Die Blutkügelchen schwimmen in einer durchsichtigen Flüssigkeit, und bewegen sich in geraden, unter sich parallelen Linien ohne Reibung, ohne Zusammenstoſsen, ohne Rotation, und ohne Veränderung ihrer Gestalt, doch, wie Malpighi schon bemerkt hat, an den Wänden der Schlagadern etwas langsamer als in der Axe. Sie werden weder an den Stellen, wo sich die Gefäſse theilen, noch durch die Biegungen der letztern zurückgehalten. Ueber Stellen, wo sich Aneurysmen befinden, wird die Bewegung des Bluts etwas langsamer, unter denselben nimmt sie wieder zu. Zwey entgegengesetzte Blutröhren stoſsen auf einander; aber der schwächere wird gleich von dem stärkern fortgerissen. Nähert sich der Blutumlauf dem Stillstande, so wird derselbe bald langsamer, bald, wenn das Herz sich zusammenzieht, wieder etwas geschwinder. Zugleich ent-

stehen Oscillationen, wobey das Blut abwechselnd vorwärts und rückwärts fliefst, und entgegengesetzte Ströme, besonders an den Theilungen der Arterien. Zuweilen fliefst auch, wenn die Kräfte des Herzens ganz gebrochen sind, das Blut überhaupt, und vorzüglich das venöse, zum Herzen zurück. Das Ende aller Bewegung des Bluts ist, dafs sich die Arterien, wenigstens die Stämme derselben, ganz ausleeren, und dafs sich alles Blut in den Stämmen der Venen anhäuft.

Das Vergröfserungsglas zeigt auch die Bewegung des Bluts bey den Thieren der niedern Classen.

In der Squilla quadrilobata Müll. (Cancer Atomos L.), einem sehr durchsichtigen Thier, erblickt man die Blutgefäfse, und in diesen das strömende Blut s). Ueber die Art der Bewegung des Bluts der krebsartigen Thiere giebt inzwischen das Mikroskop keinen Aufschlufs. Bey der Zergliederung dieser Thiere aber findet man ein einfaches, auf der Leber liegendes Herz mit einer Art von Venensack, in welchen sich das aus den Kiemen zurückkehrende Blut ergiefst. Aus dem Herzen selber entspringt eine Aorta, die bis zum hintern Ende des Körpers geht, und auf ihrem Wege Seitenäste abgiebt, die sich zu den Muskeln und Eingeweiden begeben. So habe ich das

Herz

s) O. F. Müller Zool. Dan. Vol. 2. p. 48.

Digitized by Google

Herz beym Craugon vulgaris Fabr. gefunden, und auf ähnliche Art ist es, nach Rösel t), beym Astacus fluviatilis F., so wie, nach Cuvier v), beym Pagurus Bernhardus F. und Astacus marinus F. beschaffen. Die Art der Rückkehr des Bluts zum Herzen habe ich bey der Garnele nicht bemerkt. Cuvier aber fand bey der Squilla fasciata F. eine Hohlvene, die der Länge nach unter dem Darmcanal fortging und das Blut den Kiemen zuführte. Nach diesem Bau ist also der Umlauf des Bluts bey den krebsartigen Thieren derselbe, wie bey den Schnecken. Indeſs erwähnt Rösel bey dem Fluſskrebs ausser den beyden Gefäſsen, die das Blut von den Kiemen zurückführen, noch eines dritten Venenstamms, der sich zwischen jenen in den Venensack öffnet, und aus dem Kopfe entspringt. Wenn Rösel richtig beobachtet hat, so ist zu vermuthen, daſs dieses Gefäſs einen Theil Blut zum Herzen zurückführt, der entweder nicht durch die Kiemen, oder unmittelbar von den Kiemen zum Kopf gegangen ist.

Von dem Blutumlauf der meisten Kiemenfüſsler wissen wir nichts mit Gewiſsheit, als daſs das Hauptorgan desselben ein längliches, röhrenförmiges, längs dem Rücken liegendes Herz ist. Nur von

t) Insektenbelustigung. Th. 3. S. 323.

v) Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 408.

von dem Argulus foliaceus Jur. kennen wir die Bewegung des Bluts, durch Jurine's Beobachtungen w), etwas näher. Bey diesem Thier findet man ein wahres, muskulöses Herz, das in einer cylindrischen Kapsel hinter dem Rüssel liegt, und bey jeder Zusammenziehung einen Blutstrom nach dem Vordertheil der Schaale treibt, der sich bald in vier Zweige theilt, von welchen zwey gerade nach den Augen, und zwey nach den Hörnern gehen. Die letztern biegen sich nachher um, vereinigen sich mit den erstern und bilden auf jeder Seite einen einzigen Strom, der nach der Saugwarze herabsteigt, um deren Basis läuft, und sich hier den Augen des Beobachters entzieht. Eine zweyte Blutsäule sieht man bey dem Anfang der beyden Hintertheile der Schaale. Diese dringt in das Innere der letztern, circulirt hier, indem sie dem Umriſs der Schaale in einiger Entfernung von deren Rande folgt, und steigt dann bis zum zweyten Paar der Schwimmfüſse herab, wo sie sich nicht weiter wahrnehmen läſst. Noch eine dritte Blutsäule entdeckt man an der Wurzel des Schwanzes. Diese geht bis dahin, wo sich der Schwanz gabelförmig spaltet, und theilt sich hier in zwey Aeste, die in den Unterleib zurückkehren. Es findet hier also ein wirklicher Umlauf des Bluts statt. Aber merkwürdig ist es, daſs Jurine keine Gefäſse, wenigstens in dem Vordertheil des Körpers,

w) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 7. p. 437.

pers, entdecken konnte, worin sich das Blut fortbewegt hätte, sondern dafs der Lauf und die Verbreitung dieser Flüssigkeit hier ganz so erschien, als ob die Blutkügelchen vielmehr in dem Parenchyma der Theile zerstreut, als in Gefäfsen eingeschlossen wären.

Dies ist schon eine bedeutende Abweichung von der Bewegung des Bluts bey den Thieren der höhern Classen. Noch auffallendere Verschiedenheiten kommen bey den Insekten vor. Bey den Spinnen und Skorpionen giebt es ein röhrenförmiges, längs dem Rücken liegendes Herz, welches deutliche Gefäfse hat. Aber in diesen Gefäfsen scheint, wenigstens bey den Spinnen, kein eigentlicher Umlauf des Bluts statt zu finden. Das Herz der Spinnen hat am vordern Ende auf jeder Seite Eine Ader, wodurch die Kieme dieser Seite mit demselben in Verbindung steht; die übrigen Gefäfse entstehen aus dem mittlern und hintern Theil desselben, und zerästeln sich in einer körnigen Masse, die alle Eingeweide des Bauchs einschliefst und dem Fettkörper der geflügelten Insekten ähnlich zu seyn scheint. Bey dem Skorpion verbreiten sich in dieser Masse zugleich auf jeder Seite vier ästige, aus dem Nahrungscanal entspringende Gefäfse. Bey der Spinne löset sich der Nahrungscanal gleich nach seinem Eintritt in den Hinterleib auf eine kurze Strecke

 in

schliefsen, als dafs sich das Blut der Insekten unmittelbar aus dem Herzen in das Parenchyma der Eingeweide ergiefst, und in den letztern fortbewegt wird. Dieser Schlufs bestätigt sich auch an einer Erscheinung, die bey der Verwandlung der Larven in vollkommene Insekten eintritt. Bey dieser Veränderung sieht man eine Menge Feuchtigkeit in die Flügel dringen, und an verwundeten Stellen ausfliefsen a). Die Insektenflügel haben aber gewifs keine saftführende Gefäfse. Für jenen Schlufs spricht ferner die Analogie des Argulus foliaceus Jur. und der Asseln. Jurine konnte, wie schon erzählt ist, in dem Vordertheil jenes Thiers keine Gefäfse entdecken, worin sich das Blut fortbewegt hätte; die Blutkügelchen schienen sich blos in dem Parenchyma der Eingeweide zu verbreiten. Ich habe in den äussern Theilen der Wasserassel zwar auf- und absteigende Blutströme gesehen; aber es hat mir immer geschienen, dafs diese Ströme sich nicht in Gefäfsen, sondern in den Zwischenräumen der Muskeln bewegten. Auch habe ich in den Kiemen dieser Thiere, worin doch eine kreisförmige Bewegung des Bluts vorgehen mufs, nie eine Spur von Gefäfsen wahrnehmen können.

Ein wirklicher Blutumlauf, der aber ohne ein Herz, blos in Arterien und Venen statt findet, zeigt

a) Swammerdamm's Bibel der Nat. S. 171.

Digitized by Google

zeigt sich wieder bey den Würmern, denselben Thieren, die auch ein rothes Blut haben b).

In dem durchsichtigen Körper der Nais littoralis Müll. findet man neben dem Nahrungscanal zwey längslaufende Gefäſse, worin das Blut zum Vordertheil des Körpers flieſst c).

Bey der Hirudo vulgaris L. windet sich an jeder Seite des Körpers vom Kopfe bis zum Schwanz ein ziemlich groſses, geschlängeltes Gefäſs, worin sich das Blut so bewegt, daſs das eine angefüllt wird, während sich das andere entleert d). Bey der Hirudo medicinalis und Hirudo sanguisuga L. entspringt aus jedem dieser Gefäſse in Zwischenräumen, die mit denen ziemlich übereinstimmen, welche zwischen den verschiedenen Abtheilungen des Darmcanals befindlich sind, ein groſser Zweig, der sich in mehrere kleinere Aeste theilt. Nach dem vordern und hintern Ende des Thiers spalten sich jene in fünf bis sechs groſse Zweige, die bey ihrem Fortgang immer enger werden, und sich in ganz feine Haarröhren endigen. Thomas e) fand hier auch noch ein drittes Hauptgefäſs, das vom vordern zum hintern Ende des

b) Biol. Bd. 1. S. 392.

c) O. F. Müller Zool. Dan. Vol. 2. p. 121.

d) Braun's system. Beschreib. einiger Egelarten. S. 40.

e) Mém. pour servir à l'Hist. nat. des Sangsues. p. 56.

Pflanzen steht, giebt es eine solche Bewegung. Jedes Glied der artikulirten, durchsichtigen Aeste dieser Chara enthält eine Flüssigkeit, worin beständig ein wahrer Umlauf unter dem Vergröfserungsglase wahrzunehmen ist. Ich habe diese, zuerst von Corti h) entdeckte, und nachher von Fontana i) und meinem Bruder k) beobachtete Erscheinung mehrere Wochen hindurch verfolgt. Die Flüssigkeit eines jeden Gliedes der Pflanze enthielt eine Menge grüner Bläschen, die auf der einen Seite des Gliedes angehäuft waren, und sich ununterbrochen und gleichförmig an dieser Seite von oben nach unten bewegten, am untern Ende des Gliedes zu der gegenüberstehenden Seite übergingen, an dieser von unten nach oben flossen, am obern Ende des Gliedes wieder nach der erstern Seite umkehrten, und so einen wahren Umlauf machten, der selbst in jedem abgeschnittenen Gliede fortdauerte, wenn nur der Schlauch desselben

h) Osservazioni microscopiche sulla tremella e sulla circolazione de fluido in una pianta acquajuola, dell' Abate B. Corti. Lucca. 1774. — Letera sulla circolazione de fluido scoperta in varie piante. Modena. 1775.

i) Rozier Observat. sur la Physique, sur l'Hist. nat. etc. A. 1776. Avril.

k) Beyträge zur Pflanzenphysiologie von L. C. Treviranus, S. 91 ff.

Digitized by Google

selben unverletzt war, durch hinzugetröpfelten Weingeist aber plötzlich gehemmt wurde. Der Schlauch verhielt sich dabey völlig leidend.

§. 3.

Mit dem Blutumlauf verbundene Erscheinungen.

Ein bey allen Thieren den Blùtumlauf begleitendes Phänomen ist der Puls, oder ein Wechsel von Zusammenziehung (Systole) und Erweiterung (Diastole) in dem Herzen und den grössern Blutgefässen.

Bey denjenigen Thieren, die eine doppelte Herzkammer haben, ziehen sich in der Systole beyde Ventrikel zu gleicher Zeit zusammen. Unter Umständen, wo die Lebenskraft erschöpft ist und die Bewegung des Herzens nur noch langsam von statten geht, erscheinen im Anfang der Zusammenziehung erst an einzelnen Stellen der Oberfläche des Herzens Runzeln; diese fliessen wellenförmig von einer Stelle zur andern fort, verbreiten sich immer weiter, und vereinigen sich endlich zu einer Zusammenziehung des ganzen Herzens. Sie fangen an den beyden Enden des letztern an, und kommen in der Mitte desselben zusammen. Das ganze Herz wird dabey härter und fester. Die rechte Herzkammer steigt in der Systole zur Scheidewand und zum linken Ventrikel herauf; dieser linke aber wird zur Scheidewand herabgezogen. Die Scheidewand verkürzt

sich

entsteht, indem das aus dem Herzen getriebene Blut die Arterien ausdehnt. Man sieht diese in demselben Augenblick sich erheben, wo die Spitze des Herzens sich krümmt. Unterbindet man sie, so erheben sie sich nicht nur, sondern werden auch länger. Alle Arterien pulsiren zu gleicher Zeit. Unter einer Ligatur hört der Puls auf. Durch Arterien, die eine starre, unnachgiebige Haut haben, z. B. durch die absteigende Aorta und die gröſsern Gekrösearterien der Frösche, flieſst das Blut ohne Pulsationen s).

Alle diese Bewegungen geschehen vorzüglich wegen des Athemholens. Wo die atmosphärische Luft nicht das ganze Innere bis auf die kleinsten Theile durchdringen kann, da giebt es einen Blutumlauf; und wo kein wahrer Kreislauf des Bluts statt findet, wie bey den geflügelten Insekten, da sind alle Organe mit Luftröhren durchwebt. Daher steht auch der Puls mit dem Athemholen in einem gewissen Verhältniſs. Das Pferd respirirt 16, der Vogel bis 50 mal in einer Minute. Aber in eben dieser Zeit hat das Pferd nur 34, die Taube hingegen über 100 Pulsschläge t). Alles, was den Puls beschleunigt oder langsamer macht, vermehrt oder vermindert gewöhnlich auch die Schnelligkeit des Athemholens, so wie umgekehrt, was

s) Haller Opp. min. T. I. p. 185 sq.

t) Haller El. Phys. T. II. L. 6. S. 2. §. 14. p. 249.

was auf dieses Einfluſs hat, meist auch auf jenen wirkt v). Bricht man von den gröſsern Windungen des Gehäuses der Landschnecken einen Theil weg, so sieht man das Anschwellen und Zusammenfallen der Lungen, das Oeffnen und Schlieſsen der Respirationsöffnung beym Athmen, die Pulsationen des Herzens und den Umlauf des Bluts in den Gefäſsen. Setzt man eine so zubereitete Schnecke einer immer kältern Temperatur aus, so nehmen alle diese Bewegungen in gleichem Verhältniſs immer mehr ab, und hören ganz auf, wenn die Temperatur der äussern Luft bis zum Gefrierpunkt herabsinkt. Erhöhet man die Temperatur wieder, so fängt die Lunge von neuem an sich zu erheben, das Herz sich zusammenzuziehen, und das Blut in den Gefäſsen zu flieſsen, anfangs langsam, allmählig aber, so wie die Wärme zunimmt, lebhafter. Die nehmlichen Erscheinungen, welche die Kälte hervorbringt, bewirkt auch jede mephitische Luft, und dasselbe, was die Wärme thut, erfolgt auch beym Einfluſs des Sauerstoffgas w).

Diese Verbindung des Athemholens mit der Bewegung des Bluts leidet freylich Einschränkungen. Jenes kann auf einige Zeit unterbrochen werden,

v) Haller El. Phys. T. III. L. 8. S. 4. §. 29. p. 291.

w) Spallanzani Mém. sur la respirat. p. 150. 321.

werden, indem der Blutumlauf fortdauert. Kinder haben einen schnellen Puls und ein langsames Athemholen. In einigen Krankheiten nimmt die Schnelligkeit des Pulses zu, indem die Respiration wenig verändert wird; in andern weicht die letztere vom gesunden Zustand beträchtlich ab, indem der Puls an dieser Abweichung wenig Theil nimmt x). Das Athemholen der Fische geschieht 25 bis 30mal in einer Minute y); das Herz derselben pulsirt auch nur 22, höchstens 33mal während dieser Zeit z). Hingegen schlägt das Herz der Weinbergschnecke ohngefähr 30mal in einer Minute, und doch schöpft dieses Thier zuweilen in einer Viertelstunde kaum einmal Athem a). Bremond's b) und Emmert's c) Versuche

x) Haller l. c. T. III. L. 8. S. 4. §. 29. p. 291.

y) Ibid. p. 290.

z) Tiedemann's Anatomie des Fischherzens. S. 29.

a) Baker (Employment for the microscope. p. 326.) zählte bey einer Wasserschnecke 60 Pulsschläge in einer Minute. Ich habe bey einer Helix Pomatia an einem mittelmäſsig warmen Tage des August nur 30 Schläge in einer Minute gezählt, und der Puls war bey diesem Thier, dem ich die ganze Schaale vorher weggebrochen hatte, von der gewaltsamen Operation gewiſs noch beschleunigt. Allein wenn man auch nur 20 Pulse in einer Minute annimmt, so steht hier doch die Zahl dieser Schläge mit dem langsamen

suche beweisen auch, dafs der Blutumlauf bey Säugthieren noch einige Zeit fortdauert, sowohl wenn die Lungen ganz zusammengefallen oder zusammengedrückt sind, als wenn man die Lungen ganz mit Luft angefüllt und dann die Luftröhre unterbunden hat.

Alle diese Ausnahmen beweisen aber nicht die Unabhängigkeit des Athemholens von der Respiration. Bremond's und Emmert's Versuche zeigen eben dadurch, dafs der Puls nur kurze Zeit bey unterbrochener Respiration fortdauert, die gegenseitige Abhängigkeit der Funktionen des Herzens und der Lungen, und aus den übrigen der angeführten Beyspiele läfst sich nur schliefsen, dafs der Puls und das Athemholen extensiv vermehrt seyn können, indem sie intensiv vermindert sind, so wie umgekehrt.

Was ist es aber, wodurch das Athemholen auf den Blutumlauf Einflufs hat? Mechanisch kann diese Einwirkung nicht seyn. Das Blut strömt zwar mit gröfserer Leichtigkeit durch die Lungen beym Einathmen, wobey die gekrümmten Blutgefäfse dieser Theile ausgedehnt werden, als

men Athemholen nicht in dem Verhältnifs, wie bey den Thieren der höhern Classen.

b) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1739. p. 356.

c) Reil's Archiv f. d. Physiologie. B. 5. S. 401.

als beym Ausathmen, wo Biegungen und Winkel in denselben entstehen d). Aber bey dem Foetus findet, wenigstens in der ersten Zeit seines Lebens, keine Bewegung der Lungen statt, und doch bewegt sich das Blut desselben. Nur von der Art kann also jener Einflufs seyn, entweder dafs das Blut selber ein Bewegungsvermögen besitzt, welches durch den Zutritt der eingeathmeten Luft in Thätigkeit gesetzt wird, oder dafs die Bewegung des Bluts durch Einwirkungen der Gefäfse hervorgebracht wird, zu deren Entstehung eine gewisse Beschaffenheit dieser Flüssigkeit erforderlich ist, welche dieselbe bey der Einwirkung der respirirten Luft erhält.

Wir sind hier auf einen Gegenstand gekommen, dessen Aufklärung für die ganze Biologie von der gröfsten Wichtigkeit ist, und welche daher eine nähere Untersuchung verdient.

§. 4.

Ursachen des Blutumlaufs.

Betrachtet man unbefangen mehrere Erscheinungen bey der Bewegung des Bluts und der blutähnlichen Säfte auf den untern Stufen der lebenden Natur, so kann man nicht zweifeln, dafs hier eine Thätigkeit aus einem innern Princip ist. Bey dem Umlauf, den die Flüssigkeit in den Glie-

d) Haller El. Phys. T. II. L. 6. S. 4. §. 9. p. 332.

Digitized by Google

Gliedern der Chara flexilis macht, läſst sich keine Spur von Oscillationen oder Zusammenziehungen der innern Haut jener Glieder bemerken, und bey den Insekten, wo das Blut in dem Parenchyma ohne Gefäſse flieſst, kann es unmöglich eine mechanische Ursache seyn, wodurch dasselbe getrieben wird. In den bebrüteten Eyern der Vögel und in reproducirten Theilen zeigen sich anfangs zerstreute Blutstropfen, die nach und nach zu Strömen zusammenflieſsen, und erst, wenn diese Ströme schon vorhanden sind, entstehen Gefäſse für dieselben e). Selbst an dem hüpfenden Punkt des Eys lassen sich bey seinen ersten Bewegungen auch unter dem Vergröſserungsglase noch keine Fibern wahrnehmen, und das Gefäſssystem ist zu dieser Zeit noch unentwickelt, indem das Blut in einerley Gefäſsen hin und her flieſst f).

Auf den höhern Stufen der thierischen Organisation hat allerdings das Herz einen wichtigen Einfluſs auf den Blutumlauf, und wer nur jene Stufen kennt, wird kaum anstehen, das Herz für die einzige Triebfeder der Bewegung des Bluts zu halten. In diesen Irrthum verfiel Haller. Man erkannte in spätern Zeiten die Unrichtigkeit seiner

e) C. F. Wolff Theoria generat. — Hunter über das Blut.

f) Home, Philos. Transact. Y. 1805. P. I.

seiner Hypothese an, nahm indeſs eine nicht weniger unzulängliche Kraft, die Zusammenziehungen der Arterien, als Erklärungsgrund zu Hülfe. Diese und alle ähnliche Ursachen sind aber nur mitwirkend zur Unterhaltung des Kreislaufs. Betrachtet man unter dem Mikroskop diese Bewegung in jüngern durchsichtigen Amphibien, oder in dem Gekröse ausgewachsener Thiere, so findet man hier Erscheinungen, die den vorhin erwähnten an der Chara ganz ähnlich sind, und offenbar eine andere Ursache als eine blos mechanische voraussetzen. Das Blut fährt selbst bey Fröschen, denen das Herz ausgeschnitten ist, noch fort zu flieſsen. Zuweilen strömt es ununterbrochen nach dem Ursprung der groſsen Schlagader zurück; in andern Fällen oscillirt es; in noch andern setzt es im Gekröse seinen natürlichen Lauf fort; und diese Bewegungen dauern oft eine halbe und ganze Stunde. Oeffnet man eine Ader, so wird dadurch die abnehmende Bewegung wieder angefacht, und es flieſst, wenn das geöffnete Gefäſs eine Vene ist, alles Blut aus den sämmtlichen, mit dieser in Verbindung stehenden Venen reissend schnell zur Wunde hin. Weder die Schwere des Bluts, noch Zusammenziehungen der Adern, noch eine Einsaugung in die kleinsten Gefäſse sind die Ursachen dieser Bewegungen. Sie geschehen auch der Schwere entgegen; eine Zusammenziehung der Gefäſse läſst sich

nicht

nicht bemerken, und kann auch nicht statt finden, da selbst dann, wenn sich eine Schlagader alles Bluts entleert, keine Abnahme ihres Durchmessers wahrzunehmen ist; die Blutkügelchen oscilliren auch eben so anhaltend in Blut, das sich zwischen den Häuten des Gekröses ergossen hat, als in demjenigen, das sich in den Gefäfsen befindet; endlich sind jene Bewegungen nicht blos nach den Enden der Gefäfse, wo allein eine Einsaugung möglich wäre, sondern eben so oft nach den Stämmen, wo diese ganz wegfällt, gerichtet.

Alles dies hat HALLER g) selber bemerkt, und er selber gestand, dafs er keine andere Ursache dieser Erscheinungen anzugeben wüfste, als die Anziehung, welche theils die Häute auf das Blut, theils die Blutkügelchen gegenseitig auf einander äussern, eine Ursache, die sich auch nicht bezweifeln läfst, weil ergossenes Blut immer von den Rändern durchschnittener Gefäfse und von dem Zellgewebe, womit diese Gefäfse befestigt sind, angezogen wird, und weil nach einer Stelle, wo sich mehrere Blutkügelchen vereinigt haben, die Kügelchen aller mit dieser Stelle in Verbindung stehenden Gefäfse beständig hinfliefsen. Bey allem dem konnte sich HALLER nicht von seiner Meinung losmachen und dem Gedanken hingeben, dafs

g) Opp. min. T. I. p. 229 sq. — 236 sq.

dafs eine Ursache, die noch beym erlöschenden Leben so mächtig ist, viel wirksamer im ungeschwächten Zustande seyn müfste.

Ausser den angeführten Bewegungen des Bluts giebt es aber noch viele andere, welche eben so wenig aus mechanischen Ursachen herrühren können.

In einer Schrift von C. F. Daniel h) findet sich die Zergliederung eines Kindes, welches ohne Herz und Lungen gebohren wurde, dennoch aber Arterien und Venen hatte. Daniel schlofs mit Recht aus diesem Fall, dafs das Herz nicht die einzige Triebfeder des Blutumlaufs seyn könne. Haller i) suchte dagegen seine Meinung durch die ganz willkürliche und höchst unwahrscheinliche Voraussetzung zu retten, dafs ursprünglich ein Herz vorhanden gewesen wäre, dafs dieses aber zerstört worden sey, und dafs nach dem Verlust desselben das Blut die unentbehrliche, obgleich schwache Bewegung von der Natur erhalten hätte.

Im

h) Sammlung medicin. Gutachten und Zeugnisse, sammt einer Abhandl. über eine besondere Mifsgeburt ohne Herz und Lungen. Leipzig. 1776. — Einen neuern Fall dieser Art hat Brodie (Philos. Transact. Y. 1809. p. 161.) beschrieben.

i) Götting. gel. Anzeigen. J. 1777. S. 524.

Digitized by Google

Im Journal de Médecine k) ist eine Ente beschrieben, in welcher die Herzohren, die Herzkammern und ein Theil der aus dem Herzen entspringenden Gefäfse völlig verknöchert waren, und welche dennoch ganz gesund zu seyn schien.

Ein Beyspiel von einem Menschen, bey dem sich die ganze linke Herzkammer in eine steinartige Masse verwandelt hatte, und die Temporalarterien, die Kinnbackenschlagader und ein Theil der Spindelschlagader verknöchert waren, dessen Puls aber demohngeachtet voll und an beyden Händen gleich war, hat Renauldin erzählt l).

Erdmann fand bey einer 83jährigen Frau die Kranzarterien des Herzens, die Aorta, die Beckenarterien und die Schenkelschlagadern bis an die Kniekehle verknöchert m).

Bey dem Stöhr dringt die Aorta gleich nach ihrem Ursprung in einen knorpelartigen Canal der Wirbelsäule, und legt hier ihre Häute ganz ab. Aus den Oeffnungen dieses Canals entspringen die Zweige der Aorta. Das arterielle Blut fliefst also bey jenem Thier eine ziemlich weite Strecke durch eine Röhre mit ganz unbeweglichen Wänden n).

Bey

k) T. 32. p. 411.

l) Journ. de Médec. A. 1806. Janv. p. 254.

m) Horn's Archiv für med. Erfahrung. Bd. 3. H. 1. S. 95.

n) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 177.

Digitized by Google

Bey der Aplysia öffnen sich, wie wir oben o) sahen, die beyden Canäle, welche die Stelle der Hohlvene vertreten, an vielen Stellen durch weite Spalten in die Bauchhöhle. Und doch geht bey diesem Thier der Blutumlauf eben so regelmäſsig als bey andern von statten.

Alle diese Beyspiele, die sich leicht noch vermehren lieſsen, beweisen, daſs der Blutumlauf ohne Mitwirkung sowohl des Herzens, als der Arterien fortdauern kann, und daſs Wilson p) und Rosa q) Recht hatten, in dem Blute selber eine Ursache der Bewegung desselben anzunehmen.

§. 5.

Einfluſs des Nervensystems auf den Blutumlauf.

Die im vorigen §. vorgetragene Theorie erhält noch von einer andern Seite Bestätigung, wenn wir den Einfluſs des Nervensystems auf die Bewegung des Bluts untersuchen. Die Erfahrung lehrt hierüber folgendes.

1. Durchschneidung des Stamms, woraus die sämmtlichen Nerven eines Gliedes entspringen, z. B. der ischiadischen Nerven, zieht sogleich den Verlust

o) §. 2. dieses Kapitels.

p) An Enquiry into the moving powers employed in the circulation of the blood. London. 1774.

q) Lettere sopra alcune curiosita fisiologiche. Napoli. 1788.

Verlust der Bewegung und Empfindung in denselben nach sich. Der Blutumlauf dauert in dem gelähmten Theil noch einige Zeit fort; doch hört er ebenfalls auf, und das Glied stirbt völlig ab, wenn nicht, was zuweilen der Fall ist, die durchschnittenen Nervenenden wieder zusammenwachsen r). Im übrigen Körper setzt das Blut seine Bewegung nach wie vor fort.

2. Derselbe Erfolg, den die Durchschneidung der ischiadischen Nerven hat, tritt ein, wenn das Rückenmark über dem Ort des Ursprungs dieser Nerven durchschnitten wird. Doch hat diese Operation gewöhnlich auch einen bedeutenden Einfluſs auf den ganzen Blutumlauf.

3. Durchschneidet man das Rückenmark am entgegengesetzten Ende unter dem Hinterhauptsloche, so hören die von den Nerven des achten Paars abhängenden Bewegungen des Athemholens auf, und der Blutumlauf geräth in Stocken. Er wird aber wieder rege, wenn man abwech-

selnd

r) Nach den Versuchen von Ens (De causa vices cortis alternas producente. §. 4. 5.) hört auch der Puls in Arterien auf, deren Nerven unterbunden sind, und nach einer Erfahrung Arnemann's (Vers. über die Regeneration. S. 48.) scheint das Blut in Gefäſsen, deren sämmtliche Nerven zerschnitten sind, schwärzer als im natürlichen Zustande zu seyn.

Digitized by Google

selnd Luft in die Lungen bläst und wieder auszieht s).

4. Oeffnet man den hintern Theil des Schädels und zerstört das Rückenmark durch diese Oeffnung, indem man einen Griffel in den Canal der Wirbelsäule bringt, und diesen erst bis zum dritten oder vierten Wirbel, nach einer Pause bis zum sechsten oder achten u. s. w. einstöſst, so dauert der Blutumlauf anfangs noch einige Zeit fort, hört aber endlich mit dem Athemholen auf, und läſst sich dann nicht wieder durch das Einblasen von Luft in die Lungen erwecken t).

5. Schneller tritt dieser völlige Stillstand des Bluts ein, wenn man das Rückenmark nicht allmählig zerstört, sondern den Griffel plötzlich einstöſst v).

6. Nicht weniger hört der Kreislauf des Bluts auf, wenn man durch plötzliches Einstoſsen des Griffels auch nur den Lendentheil des Rückenmarks vernichtet. Und auch in diesem Fall wird er durch Einblasen von Luft in die Lungen nicht wieder rege gemacht w).

7.

s) Haller El. Phys. T. III. L. 8. S. 4. §. 12. p. 247. — Le Gallois Expériences sur le principe de la vie. p. 31. 37.

t) Le Gallois a. a. O. p. 119. 120.

v) Ebendas. p. 32.

w) Ebendas. p. 49. 50.

Digitized by Google

7. Bey dieser, auf die Zerstörung des Rükkenmarks folgenden Hemmung des Blutumlaufs dauert der Schlag des Herzens dennoch einige Zeit fort, obgleich mit etwas verändertem Rhythmus x).

8. Der Herzschlag dauert selbst an einem ausgeschnittenen Herzen noch fort. Reitzungen der Herznerven haben auf ihn keinen unmittelbaren Einflufs. Wohl aber wirken mechanische und chemische, unmittelbar an die Muskelfasern des Herzens angebrachte Reitzungen auf ihn ein y).

Was läfst sich aus diesen Thatsachen schliefsen? Die Antwort hierauf ergiebt sich, wenn man Folgendes in Erwägung zieht.

Vermöge der beyden ersten Thatsachen unterhält jeder Theil des Rückenmarks und jeder daraus

x) Le Gallois a. a. O. p. 62. 312.

y) Dies sind die Resultate der Erfahrungen Haller's (El. Phys. T. IV. L. 11. S. 3. §. 7. p. 526.), denen ich beystimmen mufs. Wenn Fowler (Experiments on the influence lately discovered by Mr. Galvani.), von Humboldt (Vers. über die gereitzte Muskel- und Nervenfaser. B. 1. S. 340.) und einige andere Schriftsteller einen Einflufs des Galvanischen Reitzes auf die Bewegung des Herzens wahrgenommen haben wollen, so stimmen meine eigenen Versuche mit dieser Beobachtung so wenig überein, und es ist so leicht dabey eine Täuschung möglich, dafs ich dieselbe nicht für richtig halten kann.

Digitized by Google

daraus entspringende Nervenstamm den Blutumlauf in denjenigen Organen, die er mit Nervenzweigen versorgt. Diese Wirkung kann er nicht etwa dadurch hervorbringen, daſs er auf das Herz, als die erste Triebfeder des Blutumlaufs, Einfluſs hat; denn der allgemeine Kreislauf geht ungestört fort, nachdem in dem Gliede, dessen Verbindung mit dem ganzen Nervensystem aufgehoben ist, das Blut schon zu flieſsen aufgehört hat.

Mit jener Voraussetzung stimmt auch die dritte Thatsache überein. Hier kömmt zwar das Blut im ganzen Körper zum Stillstand, obgleich blos das Gehirn vom Rückenmark getrennt ist; aber dieser Frfolg tritt nicht ein, weil das Gehirn einen Einfluſs auf den ganzen Kreislauf hat, sondern nur, weil durch dessen Einwirkung das Athemholen hervorgebracht wird, von welchem der allgemeine Kreislauf abhängig ist. Der letztere wird wieder rege, sobald die Lungen wieder in Thätigkeit gesetzt werden.

Eben so einleuchtend ist es bey der obigen Voraussetzung, warum der Blutumlauf nach partiellen Zerstörungen des Rückenmarks noch einige Zeit fortdauert. Er wird nicht augenblicklich gehemmt, weil jeder Nerve nach seiner Trennung vom Gehirn und Rückenmark noch ein gewisses Maaſs Kraft behält, welches hinreicht, die Bewegung

Digitized by Google

wegung des Bluts einige Zeit zu unterhalten; er hört aber endlich auf, weil dieses Maafs doch zuletzt erschöpft wird, und weil kein Ersatz der Nervenkraft wegen der aufgehobenen Verbindung mit dem Gehirn und Rückenmark mehr möglich ist.

Anders ist es in der fünften und sechsten Erfahrung bey dem Einstofsen eines Griffels in die ganze Wirbelsäule. Hier tritt eine Erschütterung des ganzen Nervensystems ein, wodurch die Kraft desselben eben so, wie bey einem Schlag auf den Kopf, den Rückgrat und die grofsen Nervengeflechte des Bauchs, augenblicklich vernichtet wird. Geschieht das Einstofsen blos in den untern Theil der Wirbelsäule, so ist die Zerstörung zwar in Betreff des Rückenmarks nur partiell. Doch pflanzt sich die Erschütterung durch die zahlreichen Verbindungen des sympathischen Nerven über den gröfsten Theil des Nervensystems fort, und so tritt auch in diesem Fall der Stillstand des Bluts sehr bald, obgleich bey jüngern Thieren nicht so schnell wie nach der Zerstörung des ganzen Rückenmarks z) ein.

Nun aber währt in allen jenen Fällen, wo der Kreislauf gehemmt ist, die Bewegung des Herzens, der siebenten und achten Erfahrung zufolge, fort. Die Kraft dieses Organs ist dann zwar

z) Le Gallois a. a. O. p. 93.

Digitized by Google

zwar geschwächt. Aber bey Sterbenden bewegt sich das Blut noch, obgleich die Kraft des Herzens gewifs eben so gering, und oft wohl noch geringer, als in jenen Fällen ist. Besitzen also etwa die Arterien ein Vermögen sich zusammenzuziehen und zu erweitern? Sind es diese Bewegungen, die den Umlauf des Bluts vorzüglich unterhalten, und welche mit dem aufgehobenen Einflufs des Nervensystems verloren gehen? Aber die Blutgefäfse der Amphibien verhalten sich, wie wir im vorigen §. sahen, bey dem Blutumlauf ganz leidend, und doch treten bey diesen eben so wohl als bey den warmblütigen Thieren die angeführten Erscheinungen nach der Zerstörung des Rückenmarks ein. Es läfst sich also kein anderes Resultat ziehen, als dieses, dafs das Blut eine eigene bewegende Kraft hat, die von dem Nervensystem abhängt, und zu deren Fortdauer der ungestörte Einflufs dieses Systems, besonders des Rückenmarks, nothwendig ist.

Von den Erfahrungen, worauf dieses Resultat beruhet, gehören diejenigen, welche den Einflufs der Zerstörung des Rückenmarks auf den Kreislauf betreffen, einem neuern Schriftsteller, Le Gallois. Dieser hat aus denselben Folgerungen gezogen, welche von den meinigen sehr abweichen. Seine Hypothese scheint in Frankreich den allgemeinsten Bey-

Digitized by Google

Beyfall gefunden zu haben. Ich bin daher genöthigt, sie hier zu beleuchten.

Nach Le Gallois ist das Herz die einzige Triebfeder der Bewegung des Bluts. Dieses erhält seine Kräfte aus allen Theilen des Rückenmarks durch den sympathischen Nerven. Der Herzschlag ist nicht, wie Haller glaubte, unabhängig von dem Einflufs des Nervensystems. Die nach der Zerstörung des Rückenmarks im Herzen übrig bleibenden Bewegungen der Hallerschen Irritabilität sind sehr verschieden von denen, welche den Blutumlauf hervorbringen a).

Le Gallois scheint gar nicht geahnet zu haben, dafs eine andere Theorie der Bewegung des Bluts möglich wäre, als die Hallersche, nach welcher das Herz die einzige Triebfeder dieser Bewegung ist. Es war daher freylich keine andere Hypothese als die obige zur Erklärung der Abhängigkeit des Blutumlaufs von dem Einfluſs des Rückenmarks für ihn möglich. Frägt man aber nach den Beweisen dieser Hypothese, so findet man bey ihm blos folgende Gründe.

Wenn nach jener Voraussetzung das Herz die Kraft, vermittelst welcher das Blut von demselben umgetrieben wird, aus dem ganzen Rückenmark schöpft, so wird nach der Zerstörung eines Theils

a) Le Gallois a. a. O. p. 138.

zwar geschwächt. Ab[illegible] e h[illegible]
sich das Blut noch, [illegible]
zens gewifs eben s[illegible]
geringer, als in [illegible] ch,
etwa die Arterie[illegible] kniffen wu[illegible]
zuziehen und [illegible] ob sie noch dem [illegible]
wegungen, [illegible] angehört hätten. Dauerte in
unterhalten [illegible], worin die eigenthümlichen Sen-
Einfluss d[illegible] ungen noch vorhanden waren, auch
die Blu[illegible] umlauf noch fort? Le Gallois's eigene
wir i[illegible] in seiner Beschreibung der obigen Versu-
gan[illegible] beweisen aber, dafs er oft allein aus diesem
w[illegible] Kennzeichen auf die Fortdauer des
[illegible] geschlossen hat.

Doch setzen wir dies auch bey Seite, so be-
weisen die obigen Erfahrungen doch nicht das
[illegible] für Le Gallois's Hypothese. Es ist ein-
[illegible], dafs die Unterbindungen der Gefäfse
[illegible] thun können, als das von dem Herzen
[illegible] Blut aufhalten, und dasselbe nöthigen,
durch die [illegible] Adern einen kürzern
Weg zu nehmen. Aber bringt denn nicht das in
[illegible] der gelähmten Theile stockende Blut
[illegible] Wirkung hervor? Dafs die Bewe-
[illegible] des Blutes in der Nähe des Herzens länger
[illegible], wenn man einen Theil der Gefäfse un-
[illegible] Zerstörung des Rückenmarks un-
[illegible], als wenn keine Ligaturen angelegt
[illegible] sind.

...nde ... it Mäusen unter ... beweisen die ... einen Ver- ...nd ... en 55 Mi- ...ach de... ...der Koh- ...rks, da es ... ...ckgas ... Operation darauf ... da- ...n beyden Fällen verschiede... ... augenscheinlich. Hierzu kömmt n... die Anlegung der Ligaturen sich nicht oh... nen bedeutenden Blutverlust bewerkstelligen läfst. Es ist aber bekannt, dafs durch Aderlässe der gehemmte Blutumlauf wieder rege gemacht, und der abnehmende länger als sonst unterhalten wird d).

Eine so unrichtige Hypothese, wie die Galloissche, konnte auf keine andere als sehr gezwungene Erklärungen führen. Eine solche giebt Le Gallois von der Thatsache, dafs der Blutumlauf nicht so schnell aufhört, wenn das Rükkenmark bey kleinen Stücken und pausenweise zerstört wird, als wenn die Zerstörung auf einmal geschieht. Hier sollen die partiellen Zerstörungen die nehmlichen Wirkungen wie Unterbindungen der Gefäfse hervorbringen, indem sie den Blutumlauf in den mit dem vernichteten Mark zusammenhängenden Theilen schwächen oder ganz auf-

d) Haller Opp. min. T. I. p. 236.

die ich so präparirt hatte, dafs sie blos noch durch ihre Nerven mit dem von dem Gehirn und dem ganzen übrigen Körper getrennten Rückenmark zusammenhingen, zogen sich, wenn sie an den Zehen gedrückt oder gekniffen wurden, auf dieselbe Art zurück, als ob sie noch dem ganzen lebenden Frosch angehört hätten. Dauerte in diesen Gliedern, worin die eigenthümlichen Sensibilitätsäufserungen noch vorhanden waren, auch der Blutumlauf noch fort? Le Gallois's eigene Worte in seiner Beschreibung der obigen Versuche beweisen aber, dafs er oft allein aus diesem trüglichen Kennzeichen auf die Fortdauer des Kreislaufs geschlossen hat.

Doch setzen wir dies auch bey Seite, so beweisen die obigen Erfahrungen doch nicht das mindeste für Le Gallois's Hypothese. Es ist einleuchtend, dafs die Unterbindungen der Gefäfse nichts thun können, als das von dem Herzen kommende Blut aufhalten, und dasselbe nöthigen, durch die anastomosirenden Adern einen kürzern Weg zu nehmen. Aber bringt denn nicht das in den Gefäfsen der gelähmten Theile stockende Blut schon dieselbe Wirkung hervor? Dafs die Bewegung des Bluts in der Nähe des Herzens länger dauert, wenn man einen Theil der Gefäfse vor der partiellen Zerstörung des Rückenmarks unterbunden hat, als wenn keine Ligaturen angelegt

sind,

sind, hat ganz andere Ursachen, als die von Le Gallois angegebenen. Im letztern Fall findet das vom Herzen kommende Blut zwar eben sowohl einen Widerstand, als im erstern; aber es findet ihn erst nach der Zerstörung eines Theils des Rückenmarks, da es im erstern Fall schon vor dieser Operation darauf stöfst. Dafs der Erfolg in beyden Fällen verschieden seyn mufs, ist augenscheinlich. Hierzu kömmt noch, dafs die Anlegung der Ligaturen sich nicht ohne einen bedeutenden Blutverlust bewerkstelligen läfst. Es ist aber bekannt, dafs durch Aderlässe der gehemmte Blutumlauf wieder rege gemacht, und der abnehmende länger als sonst unterhalten wird d).

Eine so unrichtige Hypothese, wie die Galloissche, konnte auf keine andere als sehr gezwungene Erklärungen führen. Eine solche giebt Le Gallois von der Thatsache, dafs der Blutumlauf nicht so schnell aufhört, wenn das Rükkenmark bey kleinen Stücken und pausenweise zerstört wird, als wenn die Zerstörung auf einmal geschieht. Hier sollen die partiellen Zerstörungen die nehmlichen Wirkungen wie Unterbindungen der Gefäfse hervorbringen, indem sie den Blutumlauf in den mit dem vernichteten Mark zusammenhängenden Theilen schwächen oder ganz auf-

d) Haller Opp. min. T. I. p. 236.

aufheben, und so den Kreislauf auf die zunächst am Herzen liegenden Theile einschränken e). Nach dieser Erklärung und nach der ganzen Galloisschen Hypothese müßte aber, wenn man die Hälfte des Rückenmarks plötzlich zerstörte, der Kreislauf sich in der Nähe des Herzens weit länger, als nach partiellen Zerstörungen jenes Theils erhalten; denn die erstere Operation bewirkte ja in kürzerer Zeit und mit weniger Aufwand von Kräften dasselbe, was die letztern thun. Und doch ist der Erfolg der ganz entgegengesetzte!

So viel hielt ich für nöthig über eine Hypothese zu sagen, von der man ein neues großes Licht für die Lehre des Lebens verkündigt hat. Ihrem Urheber wird das Verdienst bleiben, bewiesen zu haben, daß der Einfluß des Rückenmarks auf den Blutumlauf größer ist, als man vor ihm annahm. Aber seine Hypothese wird schwerlich den Ruhm behalten, der ihr in dem über seine Entdeckungen dem Französischen Institut abgestatteten Bericht ertheilt ist, daß erst durch sie die Genauigkeit und die strenge Logik in die Physiologie gebracht wären, denen die übrigen physischen Wissenschaften ihre großen Fortschritte verdanken f).

Drittes

e) Le Gallois a. a. O. p. 120.

f) So sehr Le Gallois in jenem Bericht erhoben ist, so tief

Drittes Kapitel.

Speise und Trank. Aufnahme, Verähnlichung und Aneignung desselben.

§. 1.

Nothwendigkeit der Speise und des Tranks für den thierischen Körper.

Die Pflanzen sind im Stande, sich blos durch Einsaugung der atmosphärischen Luft und des Wassers

tief ist Haller darin herabgesetzt. Diesem werden in Betreff seiner Theorie der Bewegung des Herzens auffallende Widersprüche vorgeworfen, die das Lesen dessen, was er darüber sagt, ermüdend machen sollen. "Allenthalben", heifst es dort, "ist Haller's „grofser Zweck, zu beweisen, dafs die Bewegungen „des Herzens von der Nervenkraft unabhängig sind; „alle Thatsachen, alle Versuche und Beobachtungen, „die er anführt, haben diesen Zweck. Und doch „scheint er an mehrern Stellen zuzugeben, dafs die „Nerven auf das Herz Einflufs haben." (Le Gallois a. a. O. p. 264). Kann der Verfasser des Berichts wohl einen richtigen Begriff von dem Geist der Hallerschen Irritabilitätslehre gehabt haben? Wufste er denn nicht, dafs nach dieser Theorie zu jeder Thätigkeit eines muskulösen Organs ausser dem

Wassers bis auf einen gewissen Punkt auszubilden. Aber der thierische Körper verliert durch das Ausathmen und durch die Hautausdünstung mehr an ponderablen Bestandtheilen, als er durch das Einathmen und durch die Hauteinsaugung einnimmt. Wir haben oben g) zweyer Respirationsversuche

Reitz auch Reitzbarkeit gehört? Sahe er nicht, dafs ihr zufolge der ungehinderte Einflufs der Nervenkraft Bedingung der Reitzbarkeit in jedem Theil ist, dafs aber die Nervenkraft nur auf die willkührlichen Muskeln, hingegen nicht auf die unwillkührlichen, und befonders nicht auf das Herz, als Reitz wirkt, und dafs die Gemüthsbewegungen den Herzschlag verändern, nicht indem sie das Herz reitzen, fondern indem sie die Reitzbarkeit erhöhen oder herabstimmen? Man lese doch folgende Worte Haller's: Si insita eorum organorum (cordis, intestinorum etc.) vis est, cur accipiunt nervos? Ii nisi voluntatis imperia adferunt, quid agunt aliud? Primo sensum adferunt, qui absque nervis nullus est. Adferunt etiam ex cerebro efficacia imperia, non voluntatis, sed legum, corpori animato scriptarum, quae volunt, ad certos stimulos certos nasci motus. (Elem. Phys. T. IV. L. 11. S. 3. §. 3. p. 516.). Ist der Sinn dieser Worte nicht der obige? Wer hier Dunkelheit findet, mufs wenigstens zugeben, dafs Le Gallois's Hypothese, bey der man gar nicht einsieht, worin die Abhängigkeit des Herzens vom Nervensystem eigentlich besteht, noch dunkeler ist.

g) Kap. 1. §. 2. dieses Abschnitts.

Digitized by Google

versuche gedacht, die Davy mit Mäusen unter Glasrecipienten anstellte. Diese beweisen die Wahrheit jener Behauptung. In dem einen Versuch verzehrte eine gesunde Maus binnen 55 Minuten von 15 Kubikzoll atmosphärischer, der Kohlensäure beraubten Luft 0,4 Kubikzoll Stickgas und 2,6 Kubikzoll Sauerstoffgas, und hauchte dagegen 2 Kubikzoll kohlensaures Gas wieder aus. Setzt man nun mit Lavoisier das Gewicht eines Kubikzolls Stickgas = 0,444, das eines K. Z. Sauerstoffgas = 0,506, und das Gewicht eines gleichen Volumens kohlensauren Gas = 0,689, so wird sich die Menge der verzehrten Luft gegen die des erzeugten kohlensauren Gas wie 1,4 zu 1,3 verhalten. Ausser dem kohlensauren Gas wurden aber auch Wasserdämpfe entbunden, deren von Davy nicht untersuchtes Gewicht ohne Zweifel weit beträchtlicher als 0,1 war. Dasselbe Resultat ergiebt sich aus Davy's zweitem Versuch. Hier verzehrte eine Maus von 10,5 Kubikzoll Sauerstoffgas und 3 K. Z. Stickgas binnen fünf Viertelstunden 2,1 K. Z. Sauerstoffgas und 0,4 K. Z. Stickgas, wofür 1,7 K. Z. kohlensauren Gas entstanden war. In diesem Falle verhielt sich also das Gewicht des verzehrten Sauerstoffgas und Stickgas gegen das Gewicht des erzeugten kohlensauren Gas wie 1,2 zu 1,1.

Geringer ist zwar das Gewicht des ausgehauchten kohlensauren Gas gegen das des ver-

Digitized by Google

s auf [illegible] und S[illegible]

d[illegible] er

[illegible] chen zehr[illegible]

[illegible] er Luft 20 Th[illegible]

[illegible] gas auf, und enth[illegible]

Gas. In einem zwei[illegible]

einer Helix nemoralis [illegible]

16 Theile Sauerstoffgas [illegible]

verbraucht, und 5 Theil[illegible]

[illegible] geleert h). Im erstern [illegible]

Gewicht der verzehrten Lu[illegible]

[illegible] eeiten wie 12,3 zu 2,3, in [illegible]

[illegible] zu 3,4. Hier übersteigt [illegible]

[illegible] Zunahme an gasförmigen [illegible]

[illegible] Verlust. Eben deswegen [illegible]

[illegible] andern Classen weit [illegible]

er [illegible] blos von Luft erhalte[illegible]

in dieser [illegible] an Gewicht zunehmen wie [illegible]

oben i) [illegible] Erfahrung beweist, [illegible]

eine Aranea Diadema in [illegible] Kubikzoll [illegible]

scher Luft [illegible] alle weitere Nahrungsmittel [illegible]

nen einen Monat an Schwere zugenommen [illegible]

Allein [illegible] Zustande des Lebens [illegible]

Aufnahme gasförmiger Stoffe findet [illegible]

[illegible] nicht in allen Perioden [illegible]

[illegible] So ist zu vermuthen, [illegible]

Ve-

h) Spallanzani Mém. sur la respirat. [illegible]

i) [illegible] dieses Abschn.

Vincent traf viele
ticum Peron. an,
). Nach Reau-
erschiedener Ar-
Ich habe in
r Helix Po-
phäre Sand ge-
da bey anal des
die wässrigen t dem
en Schnecken alle
der höhern Classen ine
l

lso in allen, und ei-
Perioden ihres Le-
standes noch anderer
aus der Atmosphäre
en mit Einem Wort
ranke. Die Aufnah-
neigung dieser Mate-
wir im ersten Abschnitt
dieses

circa respirat. insector.
Von atmosphärischer
net hatten, wurde die
het, und Kalkwasser ab-
Menge derselben. Hinge-
, worin Puppen und auch
inge eingeschlossen gewesen
Wirkung auf jene Tinktur.

Digitized by Google

zehrten Sauerstoffgas und Stickgas bey den Thieren der niedern Classen. In einem von Spallanzani's Versuchen zehrte eine Helix nemoralis in atmosphärischer Luft 20 Theile Sauerstoffgas nebst 5 Theilen Stickgas auf, und entband dafür 7 Theile kohlensauren Gas. In einem zweyten Versuch wurden von einer Helix nemoralis in atmosphärischer Luft 16 Theile Sauerstoffgas nebst 3 Theilen Stickgas verbraucht, und 5 Theile kohlensauren Gas ausgeleert h). Im erstern Fall verhielt sich das Gewicht der verzehrten Luft zu dem der ausgeleerten wie 12,3 zu 4,8, im zweyten Fall wie 9,4 zu 3,4. Hier übersteigt, wie man sieht, die Einnahme an gasförmigen Stoffen bey weitem den Verlust. Eben deswegen können die Thiere der niedern Classen weit länger als die der höhern sich blos von Luft erhalten, und blos in dieser sogar an Gewicht zunehmen, wie Sorg's oben i) erzählte Erfahrung beweist, nach welcher eine Aranea Diadema in 78 Kubikzoll atmosphärischer Luft ohne alle weitere Nahrungsmittel binnen einem Monat an Schwere zugenommen hatte. Allein diese Fortdauer des Lebens bey der bloſsen Aufnahme gasförmiger Stoffe findet auch bey jenen Thieren nicht in allen Perioden ihrer Existenz statt. So ist zu vermuthen, und Sorg's Ver-

h) Spallanzani Mém. sur la respirat, p. 161.

i) Kap. 1. §. 2. dieses Abschn.

Versuche k) begünstigen diese Muthmafsung, dafs die Thiere der Schmetterlingsfamilie wohl als Puppen, nicht aber als Raupen, der Atmosphäre mehr Sauerstoff und Stickstoff entziehen, wie sie ihr Kohlensäure zurückgeben. SPALLANZANI's erwähnte Versuche beweisen übrigens nicht, dafs die Schnecken mehr aus der Atmosphäre aufnehmen, als sie überhaupt excerniren, da bey diesen Erfahrungen keine Rücksicht auf die wässrigen Dünste genommen ist, die von den Schnecken eben sowohl als von den Thieren der höhern Classen ausgeleert werden.

Einige Thiere bedürfen also in allen, und einige wenigstens in gewissen Perioden ihres Lebens zur Fortdauer dieses Zustandes noch anderer Stoffe als derer, die sie blos aus der Atmosphäre schöpfen können; sie bedürfen mit Einem Wort auch der Speise und des Tranke. Die Aufnahme, Verähnlichung und Aneignung dieser Materien macht das aus, was wir im ersten Abschnitt dieses

k) In dessen Disquis. physiol. circa respirat. insector. et vermium. p. 62. Cap. 3. — Von atmosphärischer Luft, worin Raupen geathmet hatten, wurde die Lackmustinktur lebhaft geröthet, und Kalkwasser absorbirte eine beträchtliche Menge derselben. Hingegen atmosphärische Luft, worin Puppen und auch verschiedene Schmetterlinge eingeschlossen gewesen waren, zeigte keine Wirkung auf jene Tinktur.

Digitized by Google

dieses Buchs die Ernährung im engern Sinn genannt haben, und wovon im gegenwärtigen Kapitel die Rede seyn wird.

§. 2.

Nährende Beschaffenheit der verschiedenen Naturkörper.

Die Nahrungsmittel der Zoophyten und Thiere sind vegetabilische und animalische Substanzen. Es giebt zwar mehrere Beyspiele von Thieren, die sich von mineralischen Substanzen zu nähren scheinen. Pallas fand in dem Darmcanal des Lumbricus echiurus blos einen sehr feinen Sand l), und Bonnet m) bey den Regenwürmern der ersten Art, woran er seine Reproductionsversuche machte, (Lumbricus variegatus?) den Darmcanal mit Erde angefüllt. Auch schien es diesem, daſs solche Würmer, denen er Erde gegeben hatte, abgeschnittene Theile geschwinder ersetzten, als diejenigen, die blos Wasser hatten. Beym Julus terrestris besteht der Koth aus Sandkörnern. Doch friſst dieses Thier zugleich Fleisch und Zucker

l) Neque, sagt Pallas, praeter hanc arenosam materiam unquam quidquam esculenti in dissectis copiosissime lumbricis nostris inveni, credoque et hunc et innumeros alios vermes marinos, Nereides, Serpulas, Lumbricos cet. mera terra pingui nutriri. Pallas Spicil. zoolog. Fasc. 10. p. 6. 7.

m) Insektologie. Uebers. von Goeze. Th. 2. S. 181. 221.

Zucker n). BORY DE ST. VINCENT traf viele Exemplare des Pyrosoma atlanticum PERON. an, die inwendig Sand enthielten o). Nach REAUMUR p) nähren sich die Larven verschiedener Arten der Tipula von bloſser Erde. Ich habe in dem Koth des Limax cinereus und der Helix Pomatia immer eine beträchtliche Menge Sand gefunden. HOME q) traf in dem Nahrungscanal des Ornithorynchus Hystrix Sand an. Das mit dem Schnabelthier verwandte Schuppenthier r), und alle hühnerartige Vögel verschlucken Steine. Eine Menge anderer Thiere, in deren Nahrungscanal Sand oder Steine gefunden werden, erwähnt HALLER s). Sogar von Völkerschaften giebt es Beyspiele, die Erdarten und Steine verschlucken. Schon GUMILLA t) erwähnt einer solchen Nation in

n) DE GEER, Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. 7. p. 582.

o) VOIGT's Magaz. f. d. neuesten Zustand der Naturk. B. 9. St. 1. S. 12.

p) Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. V. P. 1. p. 14. 15. der OctavAusg.

q) Philos. Transact. Y. 1802. P. 2. p. 348.

r) DAHLMANN, Abhandl. der Schwed. Akad. B. XI. S. 277.

s) El. Phys. T. VI. L. 19. S. 3. §. 10. p. 214. S. 4. §. 6. p. 269.

t) Hist. nat. de l'Orenoque. p. 271. 282.

§. 3.

Aufnahme der Nahrungsmittel. Stadien der Ernährung.

Ausser vegetabilischen und animalischen Stoffen nimmt jeder thierische Körper auch Wasser als Nahrungsmittel auf, und zwar, wie schon im zweyten Buche dieses Werks a) bemerkt ist, desto mehr, je niedriger die Stufe der Animalität ist, worauf er sich befindet. Das Organ, wodurch diese Aufnahme vorzüglich geschieht, ist die ganze äussere Fläche des Körpers. Unaufhörlich absorbirt die äussere Haut nicht nur den Sauerstoff und einen Theil des Stickstoffs der Atmosphäre, sondern auch den in der Luft enthaltenen Wasserdunst. Bey dem Menschen erhellet diese Einsaugung daraus, weil manche blos äusserlich angewandte Arzneymittel in die Masse der Säfte übergehen, und mit dem Harn, Schweifs, oder Speichel wieder ausgeleert werden, und weil in der Harnruhr oft eine lange Zeit hindurch täglich mehr Urin abgeht, als der Kranke an Speisen und Getränken zu sich nimmt, und als die ganze Quantität seiner Säfte ausmacht b).

Deutlicher und auffallender aber zeigt sich diese Inhalation bey den Thieren der niedern Classen.

Die

a) Biol. Bd. 2. S. 456.

b) Haller El. Phys. T. V. L. 12. S. 2. §. 20. p. 85.

Digitized by Google

Die Amphibien aus der Familie der Frösche trinken nicht. Dagegen besitzt ihre Haut ein desto stärkeres Absorbtionsvermögen. Sie magern im Trocknen sehr schnell ab, erhalten aber in einem feuchten Medium eben so bald ihr voriges Volumen wieder. Oft saugen sie eben so viel Wasser ein, wie ihr ganzes Gewicht beträgt, und zwar geschieht diese Absorbtion blos mit der untern Fläche des Körpers c).

Eine Helix nemoralis L., die man unter Wasser ersticken läfst, saugt während ihrem Aufenthalt in diesem Element eine beträchtliche Menge desselben ein. Sie verliert dasselbe aber nach zwölf bis funfzehn Stunden, und kömmt zu ihrem vorigen Gewichte zurück, wenn man sie der Luft aussetzt d).

Viele Eingeweidewürmer ziehen, wenn man sie aus ihrem Wohnort unmittelbar ins Wasser bringt, eine so grofse Menge Flüssigkeit durch die Oberfläche ihres Körpers ein, dafs ihre Runzeln sich entfalten und dafs sie oft bis zum Platzen ausgedehnt werden e).

Es

c) Townson Observ. physiol. de amphib. P. 2. p. 21.

d) Spallanzani Mém. sur la respirat. p. 137. §. 13.

e) Zeder's Anleitung zur Nat. Gesch. der Eingeweidewürmer. §. 20. 47.

Es giebt vielleicht unter den infusorischen Zoophyten manche, die sich blos durch diese Hautabsorbtion nähren. Vielleicht gehören dahin auch die Riemenwürmer (Ligula), an welchen sich gar keine äussern Organe entdecken lassen f). Aber alle mehr zusammengesetzte thierische Organismen nehmen durch eine oder mehrere Oeffnungen ihres Körpers Nahrungsmittel aus dem Thier- und Pflanzenreiche auf. Bey den meisten giebt es nur einen einzigen Mund, und da, wo mehrere solcher Oeffnungen vorhanden sind, vereinigen sich doch die aus ihnen entspringenden Canäle zu einem einzigen Behälter.

Durch mehr als Einen Mund nähren sich auf die einfachste Art die Rhizostomen, die ohngefähr achthundert Oeffnungen haben, vermittelst welcher sie das Meerwasser aufnehmen, die Hydatiden, und einige andere mit Saugwarzen oder Saugblasen versehene Eingeweidewürmer g). Wenn es wirklich Zoophyten giebt, die sich blos von den Flüssigkeiten erhalten, welche sie durch die Oberhaut einsaugen, so sind jene die nächsten Verwandten derselben.

Bey den Rhizostomen gelangt der aufgenommene Nahrungssaft durch Canäle, die sich unter einander verbinden, in einen gemeinschaftlichen Behäl-

f) Biol. Bd. 1. S. 393.

g) Biol. Bd. 1. S. 393. 394. 409.

Behälter, aus welchem derselbe durch andere sich zerästelnde Canäle im Körper weiter vertheilt wird. Eben diese Struktur finden wir bey den meisten Eingeweidewürmern. Nur die Kratzer (Echinorynchus), deren Nahrung in zwey blinde, frey im Körper herabhängende Canäle gelangt, machen hiervon eine Ausnahme.

Die einfachste Ernährungsart durch einen einzigen Mund treffen wir bey den Hydern, Afterpolypen (Brachionus) und Vorticellen an. Der Armpolyp nährt sich von kleinen Wasserthieren. Er ergreift diese mit seinen Fangarmen. Der sackförmige Behälter, woraus sein Körper gröfstentheils besteht, öffnet sich und nimmt die Beute auf. Kaum ist sie verschlungen, so wird sie schon verändert; sie verwandelt sich in eine homogene Masse, und verliert dabey immer mehr von ihrem Volumen; endlich öffnet sich der Mund des Polypen wieder, und ein Theil der aufgenommenen Speise wird auf eben dem Wege, worauf er in den Magen der Hyder gekommen ist, ausgeleert. Diese schnelle Auflösung dessen, was in den letztern gelangt ist, geht sogar dann vor sich, wenn, wie nicht selten der Fall ist, die verschlungenen Thiere lange Würmer sind, die der Magen nur zur Hälfte fassen kann. Die eine Hälfte sucht dann oft noch zu entfliehen, indem die andere schon verdauet ist. Ja, der Polyp ist auch

Digitized by Google

im Stande, mit seiner äussern Fläche zu verdauen. Man kann ihn umstreifen, und die innere Fläche seines Magens zur äussern machen, und doch erfolgen die erwähnten Phänomene noch eben so wie zuvor.

Auf eine eben so einfache Art muſs die Ernährung bey dem Pyrosoma atlanticum Peron. vor sich gehen, einem Zoophyt, das blos aus einem an dem einen Ende verschlossenen, an dem andern offenen, an dieser Oeffnung mit einem Ringe dicker Hervorragungen versehenen, und auf der innern Fläche mit einem zarten Netz von Gefäſsen bekleideten Sack besteht h).

Denkt man sich mehrere zu einem einzigen Stamm verbundene und mit ihren Darmsäcken in einen gemeinschaftlichen Behälter sich öffnende Armpolypen, so hat man das Bild einer Thierpflanze aus der Familie der Seefedern. Hier giebt es eine Menge Oeffnungen zur Aufnahme der Speisen, wie bey den Rhizostomen; aber jeder Mund ist eine nicht blos zum Einsaugen von Flüssigkeiten organisirte, sondern mit Fangarmen umgebene Oeffnung, durch welche feste Nahrungsmittel aufgenommen werden. Bey Pennatula Cynomorium Pall. ist der Schaft allenthalben mit Organen besetzt, welche eben so vielen Armpolypen gleichen. Den Mund jedes dieser Organe umge-

h) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 4. p. 445.

umgeben acht kegelförmige, sägeförmig ausgezahnte Fangarme, und der Magen endigt sich in fünf dünne, gelbliche, geschlängelte Därme, welche nicht völlig bis zum letzten Drittel der Länge des Organs hinabreichen, sich dann in fünf noch feinere Gefäſse verlängern, in die Substanz des Stamms der Seefeder eindringen, und mit den von den übrigen Organen kommenden Gefäſsen zu einem gemeinschaftlichen Netz anastomosiren, wodurch der Nahrungssaft im ganzen Körper verbreitet wird i).

Aus diesen von den untersten Stufen der Organisation hergenommenen Beyspielen erhellet, daſs jede, und selbst die einfachste thierische Ernährung vier Stadien hat: Das Stadium der Aufnahme der Speise; das der Verähnlichung derselben; das der Aneignung des Assimilirten, und das der Ausleerung dessen, was dem Organismus unbrauchbar ist.

Es könnte scheinen, daſs das letztere Stadium bey einigen Thieren oder Zoophyten fehle. Allein wenn auch bey vielen keine sichtbare Exkretionen vorhanden sind, so ist doch nicht zu zweifeln, daſs bey allen eine mit der Nutrition in Beziehung stehende Ausleerung gasförmiger Stoffe durch

i) Cuvier, Bulletin des sc. de la Soc. philomath. No. 78.

Jede dieser Abtheilungen hat wieder mehrere Unterordnungen. Auf eine andere Art geschieht die Ernährung bey denen Thieren, die sich von Fleisch nähren; anders ist sie bey denen, die harte Crustaceen und Insekten unzermalmt verschlucken, und noch anders bey denen, deren Nahrung blos in thierischen Säften besteht. Eben so unterscheiden sich die pflanzenfressenden Thiere in solche, die weiche vegetabilische Theile verzehren; in solche, die Körner oder Insekten verschlucken, und in solche, die vegetabilische Flüssigkeiten einsaugen.

Nur wenig Thiere gehören aber einer dieser Ordnungen ausschliefslich an. Die meisten stehen zwischen mehrern Ordnungen in der Mitte, indem sie sich bald mehr zu dieser, bald mehr zu jener Nahrungsweise neigen. Durch die Noth gezwungen gehen sogar manche aus einer Ordnung in die andere über. Dies ist z. B. häufig der Fall mit den Rindern und Pferden. Schon Herodot und Strabo erzählen von Asiatischen Völkern, die ihre Ochsen und Kühe mit Fischen fütterten. Eben dies geschieht noch jetzt in einigen Gegenden von Irland p). Im südlichen Afrika fressen die Ochsen als Gegenmittel gegen die scharfen Säfte der Salzpflanzen, wovon sie sich dort

p) Buffon Hist. nat. Quadrup. T. 8. p. 75. der Octav-Ausg.

Digitized by Google

dort zu nähren gezwungen sind, Lumpen, Felle, trocknes Leder, Knochen, ja Kieselsteine, Sand, und ihren eigenen Mist q). Etwas Aehnliches erzählen SCHÖPF r) und HEARNE s) von den Pferden einiger Gegenden von Nordamerika. HEARNE t) sahe auch bey den Nordamerikanischen Wilden gezähmte Biber, die Rebhühner und frisches Wildpret gerne frafsen. Noch eine Menge anderer Beyspiele der Art hat HALLER v) gesammelt.

Es ist daher keine scharfe Trennung der Thiere und Zoophyten nach der Verschiedenheit ihrer Nahrungsmittel möglich. Wenn also in den folgenden Bemerkungen von fleisch-, körner-, oder insektenfressenden Thieren die Rede seyn wird, so ist darunter nicht zu verstehen, dafs sich diese ausschliefslich von jenen Substanzen nähren, sondern nur, dafs jene Materien vorzüglich ihre Nahrung ausmachen.

Der Mensch hat den Vorzug vor den meisten übrigen Thieren, dafs er an kein Nahrungsmittel gebunden ist. Es giebt ganze Völker, die blos von

q) BARROW's Reise im südl. Afrika. S. 98.

r) Reise durch die vereinigten Nordamerikan. Staaten.

s) Reise nach dem nördl. Weltmeere. A. d. Engl. von SPRENGEL. S. 170.

t) A. a. O.

v) El. Physiol. T. VI. L. 19. S. 3. §. 10. p. 214. 215.

von Fleisch leben; es giebt andere, die sich blos von Vegetabilien nähren.

Er ist in dieser Hinsicht sehr verschieden von den Affen, die sich vorzüglich von Vegetabilien nähren und nur, wenn ihnen Pflanzenkost fehlt, sich an thierischen Nahrungsmitteln, besonders an Insekten, sättigen. Fleisch von vierfüfsigen Thieren fressen die meisten Affen entweder gar nicht, oder nur wenn es gekocht ist, und auch gegen gekochtes Fleisch haben manche einen Widerwillen.

Die Makis nähern sich schon mehr den eigentlichen fleischfressenden Thieren. Der Mongoz (Lemur Mongoz) frifst Früchte. Der Bengalische Lori (Lemur tardigradus) nährt sich ebenfalls von Früchten, aber noch lieber von Insekten, Eyern und Vögeln.

Früchte, Wurzeln und Insekten sind auch die Nahrungsmittel der meisten, zur Familie der Faulthiere gehörigen Arten. Die eigentlichen Faulthiere (Bradypus didactylus und tridactylus) und die meisten Gürtelthiere nähren sich von Pflanzen w), die Ameisenbären (Myrmecophaga), Schup-

w) Dafs die Gürtelthiere Melonen, Bataten und andere Früchte oder Wurzeln fressen, sagt Buffon (A. a. O. T. 4. p. 139.), und sein Zeugnifs wird durch Beobachtungen unterstützt, die er selber an einem Gürtelthier

Schuppenthiere (Manis), und vermuthlich auch das Schnabelthier (Ornitorynchus) von kleinen Insekten, besonders Ameisen, der Orycteropus Geoffr. von Ameisen und Wurzeln.

Vorzüglich von Insekten nähren sich auch die meisten kleinern Arten der Fledermäuse. Doch ist dieses Thiergeschlecht den eigentlichen Carnivoren schon verwandter, als eines der vorhin erwähnten. Unter den gröſsern Fledermäusen, die oben und unten vier Schneidezähne haben, giebt es wahre fleischfressende Thiere.

Von den zur Hundefamilie gehörigen Thieren giebt der Bär ein auffallendes Beyspiel, wie verschieden oft sehr verwandte Thiere, und sogar bloſse Varietäten, in ihrer Nahrungsweise sind. Der Europäische Landbär hat zwey Spielarten, eine, die fast blos von Vegetabilien lebt, und eine, die sehr begierig auf Fleisch ist. Beyde Varietäten hat man bisher blos nach der Farbe und

thier gemacht hatte. Azara's entgegengesetzte Behauptung (in dessen Quadrup. de la province du Paraguay. T. 2. p. 126.) hat keine als theoretische Gründe für sich, und kann also jenes Zeugniſs nicht umstoſsen. Möglich ist es indeſs, daſs einige Arten der Gürtelthiere mehr fleischfressend, andere mehr pflanzenfressend sind. So friſst der Dasypus sexcinctus L. ausser Früchten, Wurzeln und Insekten, auch kleine Vögel. (Buffon a. a. O. T. 4. p. 122.).

und Gröfse unterschieden. Diese Kennzeichen sind aber gewifs nicht zureichend. Klein und Rcaczinsky geben die pflanzenfressende Art für schwarz und für die gröfsere, die fleischfressende aber für braun und für die kleinere aus. Hearne x) sagt ebenfalls, dafs es in Nordamerika der schwarze Bär ist, der im Sommer, wenn die wilden Beeren reif sind, diese Früchte so übermäfsig verschlingt, dafs er täglich eine grofse Menge derselben unverdauet wieder von sich giebt. Worm hingegen beschreibt die erstere Art als braun und als die gröfsere, die letztere als schwarz und als die kleinere. Vermuthlich unterscheiden sich diese Varietäten durch andere, noch unbemerkte Charaktere. Auf jeden Fall aber sind sie so nahe verwandt, dafs sie sich schwerlich für etwas mehr als blofse Spielarten annehmen lassen. Von den übrigen Bärenarten gehört der Eisbär ganz zu den fleischfressenden Thieren y). Der Amerikanische Bär nähert sich wieder mehr den pflanzenfressenden Thieren, obgleich er wohl nicht, wie Du Pratz z) sagt, sich blos von Vegetabilien nährt, sondern, nach Brickell a), auch von Fischen lebt. Nach Hearne b) giebt es im nördlichsten

x) A. a. O. S. 49.

y) Pallas Spicil. zoolog. Fasc. 14. p. 9.

z) Hist. de la Louisiane. T. 2. p. 77.

a) Nat. Hist. of North-Carolina. p. 110.

b) A. a. O. S. 96.

Digitized by Google

lichsten Theile von Amerika noch eine Bärenart, die vorzüglich kleine Eichhörnchen und Mäuse liebt, und grofse Strecken Landes in Furchen aufwühlt, um sich diese Lieblingskost zu verschaffen. Jener von DUPRATZ und BRICKELL erwähnte Bär ist vielleicht von dieser Art noch verschieden.

Rein fleischfressende Thiere sind die sämmtlichen Arten des Katzengeschlechts. Blos die Hauskatze frifst zum Theil auch Pflanzen. Alle übrige Thiere dieses Geschlechts rühren aber, selbst in der Gefangenschaft, keine Vegetabilien an. Zwar sollen, nach DE LA BORDE's Versicherung c), der Jaguar und Couguar junge Zweige und Knospen fressen. Allein AZARA d) widerspricht geradezu dieser unwahrscheinlichen, von keinem andern glaubwürdigen Zeugnifs unterstützten Erzählung.

Nächst den Katzen nimmt das Hundegeschlecht in der Reihe der fleischfressenden Thiere die erste Stelle ein. Durch zwey Arten, den Fuchs und den Haushund, nähert sich dieses jedoch schon wieder den pflanzenfressenden Thieren. Der Fuchs liebt bekanntlich Früchte, besonders Weintrauben. Der Hund läfst sich an blofse Pflanzenkost gewöhnen, obgleich er im Zustande der Wildheit ein eben so reissendes Thier wie der Wolf ist.

Noch

c) Bey BUFFON. A. a. O. T. 9. p. 38.

d) A. a. O. T. 1. p. 150.

Digitized by Google

Noch mehr als der Fuchs und der Haushund leben von gemischter Nahrung die Viverren, Wiesel (Mustela), Ottern (Lutra), Robben (Phoca), Dachse (Meles) und Beutelthiere (Didelphis), am meisten aber die Maulwürfe (Talpa), Spitzmäuse (Sorex) und Igel (Erinaceus).

Einige dieser fleischfressenden Thiere geniefsen blos frische animalische Substanzen; andere ziehen faulendes Fleisch vor. Das Erstere thun alle Katzenarten, die meisten Viverren und Wiesel. Viele dieser Thiere würgen blos des frischen, warmen Bluts ihrer Schlachtopfer wegen. Das Letztere geschieht von den meisten Arten des Hundegeschlechts, besonders der Hyäne, dem Chakal und dem Wolf. Die vegetabilischen Nahrungsmittel der hundeartigen Thiere bestehen meist in Wurzeln und Früchten. Gras und Kräuter fressen blos die Ottern. Die gemeine Otter nährt sich im Frühling von jungem Grase, die Seeotter von Meergras. Von der letztern bemerkt aber Steller e) ausdrücklich, dafs sie nur dann zum Meergrase ihre Zuflucht nimmt, wenn ihr Seekrebse, Mollusken und Fische fehlen, die ihre gewöhnliche Nahrung ausmachen.

Die Nagethiere bilden in Hinsicht auf ihre Nahrungsweise zwey Reihen, von denen die eine mehr den rein fleischfressenden Thieren, die andere

e) Beschreibung sonderbarer Meerthiere. S. 199.

dere mehr den blofsen Herbivoren verwandt ist. Zur erstern gehören vorzüglich die mäuseartigen Thiere (Marmota, Spalax, Lemmus, Cricetus, Mus, Glis). Einige, z. B. die Waldmaus (Mus sylvaticus) und der Hamster (Cricetus germanicus), sind wahre Raubthiere. Alle diese mäuseartigen Thiere haben dabey dies mit den Thieren der Hundefamilie gemein, dafs ihre vegetabilischen Nahrungsmittel meist in Saamen, Früchten oder Wurzeln, seltener in Blättern und andern weniger nahrhaften Pflanzentheilen bestehen. Unter ihren Pflanzenspeisen giebt es einige, die für den Menschen heftige Gifte sind. So frifst der Lemmus Oeconomus die Wurzeln einer giftigen Art von Fingerhut und Anemone f). Keines dieser Nagethiere nährt sich aber ausschliefslich von gewissen Thier- oder Pflanzenarten. Die Nahrungsmittel der Ratze sind so verschieden, als die Produkte der sämmtlichen Welttheile, worüber sich diese Mäuseart verbreitet hat. Auf den Societätsinseln leben sie zum Theil von den Blumen und Schoten der Erythrina Corallodendron g).

Nagethiere, die sich mehr den Herbivoren nähern, sind vorzüglich die Hasen, und nächst diesen die Stachelschweine, Savien, Eichhörner, Spring-

f) Pallas Novae species quadrup. e glirium ord. Ed. 2. p. 229.

g) R. Forster bey Buffon. A. a. O. T. 14. p. 67.

Springhasen (Jaculus) und Bieber. Die Hasen sind blos Herbivoren, und, wie in mehrern andern Stücken, so auch darin den Rindern verwandt, dafs sie Blätter, Zweige und Rinden fressen. Merkwürdig aber ist es, dafs, so sehr sie auch sonst Herbivoren sind, doch die Weibchen derselben den Mutterkuchen nebst dem Nabelstrang ihrer Jungen verzehren h). Die Stachelschweine und Savien scheinen ebenfalls blos Herbivoren zu seyn. Das Wasserschwein (Savia Capybara) ist zwar nach Buffon i), so wie der Coendou (Hystrix brachiura Linn. Syst. Nat. Ed. X.), nach Piso und Marggraf, fleischfressend. Allein Azara's Beobachtungen k) beweisen, dafs beyde Thiere pflanzenfressend sind. Piso's und Marggraf's Zeugnifs verdient auch gar keinen Glauben, da diese offenbar ein anderes Thier mit dem Coendou zusammengeworfen haben. Doch giebt es ein Alles fressendes Thier unter den Savien, die Savia Aguti l). Mehr fleischfressend sind die Eichhörner, die zuweilen junge Vögel überfallen, die Springhasen, die begierig auf Fleisch sind m), und

h) Ein Beyspiel giebt Lepus pusillus. Pallas l. c. p. 36.

i) Buffon a. a. O. T. 5. p. 372.

k) A. a. O. T. 2. p. 13. 19. 107.

l) Azara a. a. O. T. 2. p. 26.

m) Pallas l. c. p. 290.

Digitized by Google

und auch die Biber, wenn es wahr ist, was Buffon n) sagt, dafs diese nicht nur Baumrinden, sondern auch Fische und Krebse fressen.

Die Nagethiere haben noch das Eigene, dafs sie sehr wenig trinken, und dafs viele ihren eigenen Urin begierig auflecken. Sulzer o) erzählt dies vom Hamster, und Pallas p) von dem Bobak (Marmota Bobac), dem Souslik (Marmota Citillus) und der Springmaus (Jaculus Jerboa). Der Bobak säuft niemals Wasser, wenn es ihm auch vorgesetzt wird; der Souslik hingegen trinkt nur seinen Urin, wenn er kein Wasser hat. Jener aber nährt sich von Vegetabilien, und verschluckt sehr begierig fette Erde, die vom Regen angefeuchtet ist; dieser hingegen ist fleischfressend.

Der Hase macht, wie in seinem Bau, so auch in seiner Nahrungsweise, den Uebergang von den Nagethieren zur Familie der Rinder. Gleich ihm leben alle Thiere dieser Familie blos von Vegetabilien. Die meisten sind dabey sehr begierig auf Salz, dessen Genufs die Absonderung des Fetts bey ihnen befördert. Der Alpensteinbock leckt beständig an Steinen, die Salztheile enthalten. Es giebt Felsen in der Schweitz, die an einigen Stellen

n) A. a. O. T. 3. p. 46. 50.

o) Versuch einer Nat. Gesch. des Hamsters.

p) Pallas l. c. p. 103. 105. 134. 290.

len von diesem Lecken ganz ausgehöhlt sind q). In Südamerika, auf der Nordseite des Plataflusses, sind alle Rinder, und auch andere grasfressende Thiere so begierig auf Salz, dafs sie sich selbst durch Schläge vom Auflecken einer gewissen salzigen Erdart nicht abhalten lassen, wenn sie dieselbe lange haben entbehren müssen, und in einigen der dortigen Gegenden läfst sich gar kein Vieh ohne Salz aufziehen. Wahrscheinlich ist eine eigene Mischung der dortigen Gräser die Ursache dieser Nothwendigkeit des Salzes r).

Von Pflanzen leben auch alle Arten der Schweinefamilie. Nur das gemeine Schwein ist auch im wilden Zustande ein Alles fressendes Thier. Ein von ALLEMAND s) beschriebener Tapir, der in Holland herumgeführt wurde, frafs ebenfalls alles, was man ihm vorwarf, Wurzeln, Fische, Fleisch, und, wenn er hungrig war, sogar seine eigenen Exkremente. Vielleicht aber war dieses Thier nur in der Gefangenschaft an gemischte Nahrung gewöhnt worden. Wenigstens stimmen alle, die den Tapir in seinem Vaterlande zu beobachten Gelegenheit gehabt haben, darin überein, dafs er im Zustande der Wildheit blos von Vegetabilien lebt.

Von

q) GESNER Hist. quadrup. p. 292.

r) Voyage dans l'Amérique méridion. par F. D'AZARA. T. 1. p. 55.

s) Bey BUFFON. A. a. O. T. 10. p. 30.

Digitized by Google

Von vegetabilischen Substanzen, und namentlich von Tangen (Fucus), nähren sich ferner alle Arten von Seekühen. Nur das Wallrofs (Rosmarus), dessen Bau auch von der Struktur der übrigen Seekühe beträchtlich abweicht, lebt zugleich von Schaalthieren, die es mit seinen langen Eckzähnen von den Felsen losstöfst, und macht den Uebergang zu den übrigen Cetaceen, die insgesammt Raubthiere sind, und sich von Fischen, Crustaceen und Mollusken nähren t).

Die Vögel zeigen ähnliche Verschiedenheiten in der Nahrungsweise wie die Säugthiere. Die Familie der Habichte enthält blos fleischfressende Thiere, die der Straufse, Hühner und Sperlinge meist pflanzenfressende Arten; die Vögel der übrigen Familien nähren sich theils mehr von Fleisch, theils mehr von Vegetabilien. Es giebt aber keinen pflanzenfressenden Vogel, der nicht auch Insekten und Würmer fräfse. Die Raubvögel hingegen nehmen nicht so leicht zu vegetabilischen Nahrungsmitteln ihre Zuflucht, wenn ihnen animalische Kost fehlt, und lassen sich nicht leicht an Pflanzenspeisen gewöhnen. Doch leidet dieser Satz auch Ausnahmen. So sind die Möven (Larus) die Raubvögel des Meers. Sie haben dabey

so

t) Beyträge zur Nat. Gesch. der Wallfische. Uebers. von Schneider. Th. 1. S. 56.

so viel Aehnlichkeit im Aeussern mit den Geyern, dafs man vermuthen sollte, auch ihre Ernährungsorgane müfsten mit denen der letztern übereinkommen. Aber ihr Nahrungscanal gleicht ganz dem der Eulen, und sie lassen sich leicht gewöhnen, blos von Körnern zu leben v).

In den niedern Thierclassen werden die blos pflanzenfressenden Arten immer seltener. Unter den Amphibien, den Fischen, denjenigen Mollusken und Würmern, welche Bewohner der Gewässer sind, und allen Zoophyten giebt es wohl nicht eine einzige Art, die nicht entweder blos von thierischer, oder wenigstens von gemischter Kost lebt. Manche dieser Thiere, deren Nahrung man für vegetabilisch hielt, haben sich bey näherer Untersuchung als fleischfressend gezeigt. So fand J. F. Meckel w) im Magen der Thetis leporina, die Bohadsch für pflanzenfressend hielt, jedesmal kleine Squillen. Nur die Classe der Insekten macht von jenem Satz eine Ausnahme und enthält, wo nicht mehr, doch eben so viel blos pflanzenfressende, als fleischfressende Arten. In ihr findet man auch, was man in keiner andern Classe antrifft, eine Menge Thiere, die an eine einzige Pflanzenart gebunden sind und keine andern Gewächse als diese anrühren. Die Raupen geben

v) F. Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XI. p. 283.

w) Beyträge zur vergl. Anatomie. B. 1. H. 1. S. 13.

Digitized by Google

geben hiervon ein Beyspiel. Die Insekten, und besonders die pflanzenfressenden Arten, sind aber diejenigen Thiere, die allen übrigen zur Nahrung dienen. Sie scheinen daher die erste Stufe des Uebergangs der vegetabilischen Mischung zur animalischen auszumachen, und die Pflanzensubstanz für das übrige Thierreich zu assimiliren. Ihre Organisation hat auch etwas Pflanzenartiges. Sie haben, wie die Gewächse, keinen regelmäſsigen Kreislauf der Säfte; sie haben, gleich diesen, Tracheen, die sich im ganzen Körper verbreiten, und sie erzeugen eine bey keinen andern Thieren vorkommende Säure, die Ameisensäure, die, wo nicht einerley, doch nahe verwandt mit der vegetabilischen Essig- und Aepfelsäure ist.

Die Thiere der niedern Classen verzehren im Allgemeinen weit mehr als die der höhern. In dem Magen eines Hayfisches fand Barrow x) einen Kopf von einem Büffel, ein ganzes, noch unversehrtes Kalb, eine zahllose Menge von Eingeweiden und Knochen, und groſse Stücke von der Schaale einer ziemlich groſsen Schildkröte. Eine ähnliche Gefräſsigkeit findet man bey keinem Säugthier, als etwa bey dem Caschelot, der ganze Hayfische verschlingen soll, der aber auch zu den Mittelgliedern zwischen den Säugthieren und Fischen

x) Reise nach Cochinchina. Uebers. von Ehrmann. S. 210.

Fischen gehört. Unter den Amphibien giebt es viele, die ebenfalls eine unglaubliche Menge Nahrungsmittel verschlucken, und merkwürdig ist es, dafs diese Thiere nach einer solchen reichlichen Mahlzeit immer in eine Art von Erstarrung gerathen y). Mehrere Insekten, besonders die Raupen, fressen unaufhörlich. An der Planorbis Purpura Müll. (Helix cornea L.) habe ich bemerkt, was meines Wissens bisher unbeachtet gewesen ist, dafs sie beständig den Mund abwechselnd öffnet und verschliefst, um Nahrung aufzunehmen. Das Buccinum palustre Müll. (Helix palustris Gmel.) macht ebenfalls diese Bewegungen mit dem Munde, doch in längern Zwischenräumen. Bey diesen Schneckenarten scheint das Athmen eine willkührliche, hingegen die Aufnahme der Nahrungsmittel eine unwillkührliche Funktion zu seyn.

Zwischen den Herbivoren und den fleischfressenden Thieren giebt es noch den Unterschied, dafs diese weit länger als jene der Nahrung entbehren können. Thiere, die von Hunger bis auf einen gewissen Grad entkräftet sind, gelangen auch weit schneller von Fleischspeise als von Pflanzenkost zu ihren vorigen Kräften. Ein Geyer, der eilf Tage hindurch gefastet hatte, war am Ende

y) Barrow a. a. O. S. 256. — Azara Voyages dans l'Amérique méridion. T. 1. p. 226. 230.

Digitized by Google

Ende dieser Zeit noch ziemlich fett, und von zwey gleich alten Sperlingen, die durch Hunger so weit entkräftet waren, daſs sie die ihnen angebotene Nahrung nicht mehr annehmen konnten, erhohlte sich der eine, den man gehacktes Fleisch verschlucken lieſs, binnen kurzer Zeit; der andere aber, der zerstoſsene Körner verschlucken muſste, starb zwey Stunden nachher z).

§. 5.

Mechanismus der Aufnahme und Zertheilung der Speisen.

Die Aufnahme der Nahrungsmittel geschieht bey den Thieren entweder durch Saugen, oder durch Verschlingen. Auf jene Art nähren sich die Säugthiere in der ersten Zeit ihres Lebens; ferner unter den Insekten die Familien der Wanzen, Schmetterlinge und Mücken, so wie die Geschlechter Acarus, Pediculus, Pulex, und einige Wurmarten, besonders die Blutigel. Die zur Wespenfamilie gehörigen Insekten nähren sich auf beyderley Art, durch Saugen und durch Verschlingen.

Das Saugen der Mammalien geschieht bekanntlich vermittelst der Lungen. Was den Insekten beym Saugen die Stelle der Lungen vertritt,

z) Vaillant's zweyte Reise in das Innere von Afrika. Berlin. 1796. Bd. 1. S. 20 ff.

tritt, habe ich in einer eigenen Abhandlung a) gezeigt. Ich habe dort bemerkt, dafs diese Thiere sich in Hinsicht auf jene Funktion in zwey Classen eintheilen lassen; in solche, welche das Saugen mit Hülfe enger Saugstacheln verrichten, und in solche, die sich vermittelst eines fleischigen Rüssels nähren. Zu jener Classe gehört die Wanzenfamilie. Bey diesen Insekten steigt die einzusaugende Flüssigkeit ohne sonstige Hülfsmittel, wie in allen Haarröhren, bis zum Schlunde auf. Insekten der letztern Classe sind die Familien der Schmetterlinge, Wespen und Mücken. Diese haben im Bauche eine Saugblase, deren Mündung in den Schlund übergeht, und durch deren Erweiterung die einzusaugenden Flüssigkeiten in dem Rüssel aufzusteigen bestimmt werden. In der angeführten Abhandlung habe ich zugleich erinnert, dafs die Schwimmblase mancher Fische mit jener Saugblase eine unverkennbare Aehnlichkeit hat, und dafs auch diese ausser der Funktion, die ihr als vicariirendem Respirationsorgan zukömmt, bey einigen Arten, wo sie mit einem Luftgang versehen ist, noch den Zweck zu haben scheint, Luft oder tropfbare Flüssigkeiten, die der Fisch in den Magen aufnehmen will, und welche

a) Ueber das Saugen und das Geruchsorgan der Insekten, und über den Nutzen der Schwimmblase bey den Fischen, in den Annalen der Wetterauischen Gesellsch. für die gesammte Naturk. Bd. 3. S. 147.

welche ohne sie den Weg durch die Kiemen nach aussen nehmen würden, in den Magen zu bringen.

Bey den übrigen Thieren, welche feste Nahrungsmittel zu sich nehmen, geschieht die Aufnahme derselben meist durch Kinnladen. Nur mehrere Mollusken der Schneckenfamilie b), und unter den Würmern die Aphroditen c), bedienen sich hierzu eines Rüssels. Die Kinnladen sind bey den Säugthieren zugleich die Werkzeuge, wodurch die aufgenommene Speise zerschnitten, zermalmt und zur Verdauung geschickt gemacht wird. Bey ihnen steht auch die Gestalt und Bewegung dieser Organe, so wie die Form der darin befindlichen Zähne, mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel in Beziehung. So findet bey den fleischfressenden Thieren, deren Speise blos zerschnitten und zerdrückt zu werden braucht, nur eine Bewegung der untern Kinnlade von unten nach oben, bey den Nagethieren aber, deren Zähne oft als Feilen wirken müssen, von vorne nach hinten, und umgekehrt, bey den Rindern, die von Kräutern und überhaupt solchen Substanzen leben, welche zerrieben werden müssen, von der einen Seite zur andern, und bey den Thieren der Schwei-

b) Doris, Buccinum, Murex, Voluta. Cuvier Leç. d'Anat. comp. T. 3. p. 342.

c) Cuvier a. a. O. p. 328.

Schweinefamilie bald mehr auf diese, bald mehr auf jene Art statt, je nachdem sie sich mehr den Nagethieren, oder mehr den Rindern in ihrer Verdauungsweise nähern.

Der Mensch hat unter allen Säugthieren die vollkommensten Kauwerkzeuge. Bey ihm kann sich die untere Kinnlade nach jeder Richtung bewegen; zugleich finden sich bey ihm, was man bey keiner andern Thierart antrifft, alle drey Arten von Zähnen in einer ununterbrochenen Reihe und so gestellt, dafs alle obern genau auf die untern passen. Je weiter wir uns in der Reihe der Thiere von dem Menschen entfernen, desto seltener kommen Organe vor, die zum Fassen, Zerschneiden und Zerreiben der Speisen gleich geschickt sind. Weder bey den Amphibien, noch bey den Fischen, und noch weniger bey den Mollusken und Würmern dienen die Kinnladen zu etwas mehr, als zum Ergreifen und Festhalten der Speise, oder zum Erdrücken ergriffener Thiere, obgleich bey manchen Amphibien und Fischen die Kinnladen mit so vielen Zähnen besetzt sind. Nur bey denjenigen Insekten und Crustaceen, die mit Frefswerkzeugen versehen sind, und bey einigen Zoophyten, besonders dem Echinus, scheint wieder eine Art von Mastication statt zu finden. Doch erreicht die Natur bey dem Echinus, wo ein so grofser Apparat von Kau-

werk-

Digitized by Google

werkzeugen ist, nur einen Zweck, zu welchem sie bey den Thieren der höhern Classen durch weit einfachere Mittel gelangt.

Die Zertheilung der Speisen, welche die Säugthiere durch ihre mit Zähnen versehenen Kinnladen bewirken, wird aber bey vielen Thieren der niedern Classen durch andere Mittel hervorgebracht. Nehmlich

1) Durch einen mit Kauwerkzeugen versehenen Schlund. Diese Einrichtung findet aber nur bey einigen Fischen, unter andern den Karpfen, statt, wo die Speisen auf einem platten Knochen, der hinten an der Grundfläche des Schädels befestigt ist, durch die mit Zähnen besetzten Knochen des Pharynx (Ossa pharyngaea) zerrieben werden.

2) Durch einen knorpelartigen Magen, der sich abwechselnd zusammenzieht und erweitert, und dessen innere schwielenartige Fläche die genossenen Nahrungsmittel zermalmt. Diese Art von Magen findet am häufigsten bey denjenigen Vögeln, die sich von Körnern und Insekten nähren, besonders bey denen der Hühnerfamilie f), ausserdem aber auch bey dem Crocodil g), einigen Mollusken

f) Biol. Bd. 1. S. 231.

g) Ebendas. S. 261.

ken h) und Würmern i), und selbst schon unter den Säugthieren bey der Manis pentadactyla. Die mit diesem Magen versehenen Vögel, so wie auch die Manis pentadactyla k), haben die Gewohnheit, Steine zu verschlucken, um, wie schon im 2ten §. dieses Kapitels bemerkt ist, durch das Reiben derselben bey der Zusammenziehung des Magens das Zermalmen der genossenen Körner und Insekten zu befördern. Sie verschlingen sie nicht, wie Spallanzani behauptete, blos zufällig, sondern, nach Fordyce's l) Beobachtungen, mit Auswahl und nach ihren Bedürfnissen. Dafs jener Magen einen hohen Grad von Triturationskraft besitzen mufs, läfst sich schon aus der Struktur desselben vermuthen. Die Stärke desselben ist aber auch durch mehrere Beobachtungen m), besonders durch Reaumur's n) und Spallanzani's o) Versuche bewiesen, aus welchen

h) Z. B. dem Onchidium. Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. V. p. 37.

i) Z. B. den Aphroditen. Biologie. Bd. 1. S. 390.

k) Burt, Asiatik Researches. Vol. 2. p. 353.

l) Treatise on the digestion of food. London. 1791.

m) Haller El. Phys. T. 6. L. 19. S. 4. §. 6. p. 266.

n) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1752. p. 272 sv.

o) Versuche über das Verdauungsgeschäft des Menschen und verschiedener Thierarten. Uebers. von Michaelis. S. 7 ff.

Digitized by Google

welchen sich ergiebt, daſs metallene Röhren, Glasstücke und stählerne Nadeln durch die Pressungen der innern Wände dieses Magens zusammengedrückt und zerbrochen werden.

3) Durch einen mit Zähnen versehenen Magen. Diesen finden wir bey mehrern Crustaceen, Insekten, Mollusken und Würmern, namentlich bey den Krebsen p), den Zuckerthieren (Lepisma) q), den Rüsselkäfern (Curculio) r) und Wasserkäfern (Dytiscus) s), der Schabe (Batta) t), dem Ohrwurm (Forficula) v), den Aplysien w), der Bulla lignaria x) und aperta y), und einigen Aphroditen z). Bey den erwähnten Insekten ist der Zahn-

p) Biol. B. 1. S. 342.

q) Ramdohr (Abhandl. über die Verdauungswerkzeuge der Insekten. S. 150.) schreibt diesem Thier unrichtig einen bloſsen Faltenmagen zu. Ich finde in dem kugelförmigen Magen desselben sechs Zähne von verschiedener Struktur.

r) Ramdohr a. a. O. S. 97.

s) Ebendas. S. 79.

t) Ebendas. S. 74.

v) Biol. Bd. 1. S. 364. 365.

w) Ebendas. S. 316. — Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. II.

x) Draparnand, Bulletin de la Soc. philomath. No. 39.

y) Cuvier a. a. O. T. 1. p. 156.

z) Biol. Bd. 1. S. 390.

Digitized by Google

Zahnmagen kugelförmig und cartilaginös; die Zähne sind auf der innern Fläche desselben in einem Kreise so befestigt, dafs ihre Spitzen sich in dem Mittelpunkt des Magens befinden. Bey einigen andern Insekten hat der Magen statt der Zähne Schwielen, die der Länge nach herabgehen, und mit hornartigen Blättern oder Borsten besetzt sind. Dahin gehören die Heuschrecken a), der Carabus granulatus b), die Cicindela campestris c), der Staphylinus politus d), die Sylpha obscura e), und der Tenebrio Molitor f). Bey der Sylpha obscura ist zugleich der Oesophagus inwendig mit Borsten besetzt. Unter den Mollusken giebt es etwas Aehnliches bey der Scyllaea pelagica, deren kurzer, cylindrischer, knorpelartiger Magen auf seiner innern Fläche der Länge nach mit zwölf hornartigen scharfen Lamellen bewaffnet ist g).

§. 6.

a) Biol. Bd. 1. S. 365. — Ramdohr a. a. O. S. 70 ff.

b) Ramdohr a. a. O. S. 83.

c) Ebendas. S. 85.

d) Ebend. S. 87.

e) Ebend. S. 91.

f) Ebend. S. 93.

g) Cuvier a. a. O. T. VI. p. 416.

Digitized by Google

§. 6.

Das Verschlucken der Speisen. Der Speichel.

Bey den Säugthieren, deren Speisen gekäuet in den Schlund gelangen, wird das Verschlucken der letztern durch einen sehr zusammengesetzten Mechanismus bewirkt. An dem Schlundkopf (Pharynx) jener Thiere befinden sich mehrere verschiedene Muskeln, und diese, unterstützt von den Bewegungen der Zunge, sind es, durch deren Zusammenziehung die gekäueten Speisen in den Schlund (Oesophagus) gebracht werden. Bey dem Menschen lassen sich jene Muskeln auf vier zurückführen; auf drey, durch welche der Schlundkopf verengert wird, und Ein Paar, welches zum Heraufziehen desselben dient. Bey dem Elephanten, dem Bären und einigen andern Säugthieren gehen ausserdem noch die longitudinalen und kreisförmigen Fasern des Oesophagus bis in den Pharynx fort, und bilden hier eine eigene musculöse Haut h). Diesen Muskeln wird die gekäuete Speise durch die Zunge zugeführt. Die letztere schwillt an, indem sie zugleich kürzer und oben hohl wird; sie faſst in dieser Höhlung den Bissen, drückt ihn gegen den Gaumen und macht ihn zum Schlundkopf herabgleiten; dieser wird in dem nehmlichen Augenblick durch das Muskelpaar, welches zum Aufheben desselben dient,

h) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 3. p. 286.

Digitized by Google

dient, in die Höhe gehoben; zugleich erweitert sich wahrscheinlich seine Höhlung; sobald die Speise aufgenommen ist, fangen die zusammenziehenden Muskeln an zu wirken, verengern den Schlundkopf von oben nach unten, und drücken den Bissen in den Oesophagus hinab. Bey diesem Verschlucken zieht sich die Stimmritze so fest zusammen, dafs der Eingang zur Luftröhre völlig verschlossen ist. Der Kehldeckel, von dem man sonst glaubte, dafs er das Eindringen der Speise und Getränke in die Luftröhre verhindere, scheint, nach Magendie's i) Versuchen, dabey nicht unumgänglich nothwendig zu seyn.

Das Verschlucken wird dadurch erleichtert, dafs die ganze innere Fläche des Mundes, des Pharynx und der Speiseröhre einen wässrigen Dunst und eine schleimige Feuchtigkeit absondert, welche den Weg, den die Speisen zu nehmen haben, immer schlüpfrig erhalten.

Während dem Käuen vermischt sich aber auch mit den Speisen der Speichel, eine Flüssigkeit, die bey der Verdauung von der gröfsten Wichtigkeit ist.

Es ist auffallend, die speichelabsondernden Organe bey einer Menge von Thieren anzutreffen, die auf den untersten Stufen der thierischen Orga-

i) Mémoire sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. à Paris. 1813.

Organisation stehen, hingegen bey vielen andern Thieren, die von weit zusammengesetzterm Bau sind, gar keine, oder nur eine geringe Spur davon zu finden.

Die Speicheldrüsen finden sich bey allen Säugthieren, mit Ausnahme der Wallfische k).

Sie finden sich bey den Vögeln und Amphibien, aber von ganz anderm Bau, wie bey den Säugthieren l).

Bey den Fischen fehlen sie ganz m).

Sie zeigen sich wieder in der Classe der Mollusken bey den Geschlechtern Sepia n), Limax o), Aplysia, Doris, Clio, Pneumoderma, Tritonia, Onchidium, Phyllidia, Pleurobranchus, Janthina, Helix, Buccinum, Bulimus, Murex, Halyotis p). Bey der Lingula anatina (Patella unguis L.) ist der Zwischenraum zwischen den Muskeln und dem Nahrungscanal mit zwey drüsenartigen Organen angefüllt q). Cuvier hält das eine für die Leber, das

k) Cuvier Leçons. T. 3. p. 207.

l) Cuvier Ebendas. p. 220. 222.

m) Ebendas. p. 225.

n) Biologie. Bd. 1. S. 312.

o) Ebendas. S. 321.

p) Cuvier a. a. O. p. 336., und dessen Zergliederungen der angeführten Mollusken in den Annales du Mus. d'Hist. nat.

q) Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. I. p. 69.

Digitized by Google

das andere für eine Speicheldrüse. Doch ist dies blos Vermuthung. Keine den Speicheldrüsen analoge Organe aber giebt es bey der Salpa r), der Phasianella Lam. s), der Thetis leporina t) und den sämmtlichen Mollusken der Austernfamilie v).

Bey den Crustaceen sind noch keine Speichelgefäſse entdeckt worden.

Von den mit Kinnladen versehenen Insekten habe ich im 1sten Bande der Biologie (S. 361.) bemerkt, daſs sie zu beyden Seiten der Speiseröhre zwey lange, gewundene Speichelgefäſse hätten. Dies bedarf aber einer Einschränkung. Man kann sich zwar auf die Angaben mancher Schriftsteller in Betreff der Gegenwart oder Abwesenheit jener Organe nicht immer verlassen, da diese Theile bey manchen Insekten leicht zu übersehen, oder mit andern zu verwechseln sind. Doch scheinen, nach Ramdohr's w), Posselt's x) und meinen

r) Cuvier ebendas. T. III. p. 360.

s) Ebend. T. XI. p. 130.

t) J. F. Meckel's Beytr. zur vergl. Anatomie. B. 1. H. 1. S. 9.

v) Poli Testacea utriusque Siliciae.

w) Abhandl. über die Verdauungswerkzeuge der Insekten.

x) Beytr. zur Anat. der Insekten. — Ejusd. diss. sist. tentam. circa anat. forficulae auricularias L. Jenae. 1800.

meinen eigenen Untersuchungen, folgende Insekten Speichelgefäſse zu besitzen:

Alle Schmetterlinge.

Die meisten Arten der Mückenfamilie (Diptera L.), ausgenommen, nach Ramdohr y), die Hippobosca ovina.

Die Bienen z).

Die meisten wanzenartigen Insekten (Ryngota Fabr.). Ausnahmen sind, nach Ramdohr a), Cimex lacustris, Notonecta glauca, Chermes alni und Cicada spermaria.

In der Heuschrecken-Familie (Orthoptera Oliv.) die Blatta, bey welcher zwar Ramdohr keiner Speichelgefäſse erwähnt, die aber nach meinen Zergliederungen allerdings damit versehen ist.

In der Ordnung der Libellen (Neuroptera L.) Hemerobius Perla.

Unter den Käfern Curculio lapathi.

Unter den flügellosen Insekten Aranea, Oniscus, Julus, Pulex. Beym Oniscus Asellus habe ich zu beyden Seiten des Schlundes sechs häutige Schläuche gefunden, welche die Speichel-

y) A. a. O. S. 185.

z) Ramdohr in Germar's Magazin der Entomologie, Jahrg. 1. H. 1. S. 135.

a) Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 194 ff.

Digitized by Google

chelgefäſse sind. RAMDOHR b) hat bey diesem Thier für Speichelgefäſse angesehen, was ohne Zweifel der Fettkörper ist.

Die Speichelgefäſse fehlen hingegen folgenden Insekten:

Allen Raupen, ausgenommen den Weidenbohrer.

In der Heuschrecken-Familie den LINNEischen Geschlechtern Gryllus und Forficula.

Den meisten Libellen und Käfern.

Unter den flügellosen Insekten dem Skorpion, der Afterspinne (Phalangium), dem Zuckerthier (Lepisma) und der Laus.

In der Classe der Würmer findet sich eine Art von speichelabsondernden Organen bey der Terebella cylindracea c), so wie unter den Zoophyten bey der Holothuria tubulosa GMEL. d). Allein die meisten Würmer und Thierpflanzen haben nichts Aehnliches.

Manche Thiere aber, denen die Speichelgefäſse fehlen, haben doch einen Saft, der im Schlunde abgeschieden und durch eine rückgängige Bewegung dieses Organs in den Mund gebracht wird. Dies ist unter andern der Fall bey den Heuschrecken und Laufkäfern (Carabus), die, obgleich mit keinen Speichelgefäſsen versehen, doch

b) A. a. O. S. 204.

c) Biologie. Bd. 1. S. 389.

d) Ebendas. B. 1. S. 407.

Digitized by Google

doch beym Fressen ihre Speise mit einem Saft benetzen, der beym Gryllus verrucivorus eine ätzende Kraft besitzen soll. Bey vielen Vögeln wird die zur Erweichung des Futters dienende Flüssigkeit durch eine Menge kleiner Drüsen abgeschieden, womit die inwendige Fläche des Schlundes, und bey denen, die einen Kropf haben, auch die des letztern besetzt ist e). Bey den hühnerartigen Vögeln durchziehen sich die Nahrungsmittel im Kropfe mit jener Feuchtigkeit, verändern ihren Geruch und Geschmack, werden erweicht und in den Stand gesetzt, von dem knorpelartigen Magen zermalmt zu werden f). Bey dem Raben, der keinen Kropf hat, ist der Schlund inwendig mit einer Menge Hohldrüsen besetzt, die eine klebrige, weiſslichgraue und süſsliche Feuchtigkeit absondern g). Bey dem Karpfen ist der Gaumen hinter den Zähnen mit einer weissen, klebrigen, unschmackhaften Flüssigkeit bedeckt, welche, wenn man sie wegwischt, sich gleich wieder erneuert. Auch finden sich an dieser Stelle viele Drüsen, die gedrückt eine Feuchtigkeit von sich geben. Bey dem Barben und dem Hecht giebt es keine ähnliche Drüsen. Doch ist auch hier

e) Spallanzani's Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 41 ff.

f) Ebendas. S. 49 ff.

g) Ebend. S. 71.

hier der Schlund mit einem Saft überzogen, welcher auf der innern Fläche desselben ausschwitzt h).

Es ist nicht glaublich, dafs bey dieser Unbeständigkeit in der Gegenwart und Abwesenheit der Speichelgefäfse dieselben bey allen Thieren von einerley Beschaffenheit seyn und einerley Zweck haben sollten. Bey manchen Vögeln hat der Speichel gewifs einen mechanischen Nutzen. Bey den Spechten z. B. ist er ein klebriger, die Zunge überziehender Saft, der blos dienen kann, dem Thier das Auflecken kleiner Insekten zu erleichtern.

Man kann inzwischen im Allgemeinen eine dreyfache Funktion des Speichels annehmen, eine mechanische, chemische und dynamische.

Die mechanische Funktion des Speichels ist, die Speisen zu verdünnen und ihnen den ersten Grad von Flüssigkeit zu geben. Alle Säugthiere, die ihre Speise im Munde käuen, haben deswegen einen wässrigen Speichel.

Der Speichel hat aber gewifs auch einen chemischen Einflufs auf die Speisen. Warum hätten sonst die Wanzen und viele andere Insekten, die sich blos von Flüssigkeiten nähren, Speichelgefäfse und einen so grofsen Apparat derselben? Von vorzüglicher Wirksamkeit mufs die zersetzende

h) Spallanzani a. a. O. S. 130. 131.

Digitized by Google

de Kraft in dem Speichel der Weidenraupe, einer dicken, bräunlichen, in Wasser und Weingeist unauflöslichen Flüssigkeit seyn, da die bloſsen Kinnladen dieses Insekts zum Zernagen des harten Eichenholzes nicht stark genug sind. Zwar fand Lyonnet i) nicht, daſs geschabtes Weidenholz von jenem Saft merklich erweicht wurde. Doch scheint er selber kein groſses Gewicht auf diesen Versuch zu legen. Eine ähnliche auflösende Kraft scheint der Speichel der Tettigonia plebeja zu besitzen k). Die wiederkäuenden Thiere geben ungekäuetes, in einer durchlöcherten Röhre eingeschlossenes Futter unverdauet wieder von sich; sie verdauen aber dasselbe, wenn sie es gekäuet und mit Speichel vermischt erhalten l). Nach von Humboldt's m) Beobachtung wird durch den Speichel, womit die Boa ihre Beute bedeckt, das Fleisch des erlegten Thiers so erweicht, daſs die Schlange ganze Glieder des erlegten Thiers durch den Schlund zu zwingen vermag.

Der männliche Saamen ertheilt der formlosen Materie eine bestimmte, und zwar der Gestalt des

i) Traité de la chenille du saule. p. 512.

k) J. F. Meckel's Beytr. zur vergl. Anat. B. 1. H. 1. S. 3.

l) Reaumur, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1752. — Spallanzani a. a. O. S. 134 ff.

m) Ansichten der Natur. B. 1. S. 141.

Digitized by Google

des Vaters ähnliche, Form n). Diese Funktion ist es, die wir unter der dynamischen verstehen, und eine ähnliche besitzt auch der Speichel. Beweise dafür geben die Erscheinungen, die nach dem Bifs toller Hunde und der giftigen Schlangen erfolgen. Der Speichel der erstern erregt in dem gebissenen Thier eine specifique Krankheit, die Wasserscheu, und der Speichel des gebissenen Thiers erhält hierbey das Vermögen, die nehmliche Krankheit wieder in andern Thieren hervorzubringen. Die Aehnlichkeit, welche das Schlangengift in seinen Wirkungen auf den thierischen Körper mit dem männlichen Saamen hat, haben wir schon im 4ten Buch dieses Werks o) bemerkt.

Aus diesen Sätzen läfst sich die Thatsache erklären, dafs kräuterfressende Thiere ein gröfseres Speicheldrüsensystem als die fleischfressenden haben p). Je unähnlicher nehmlich die zu assimilirende Materie dem Körper ist, dem sie verähnlicht werden soll, desto mehr bedarf sie eines auflösenden und assimilirenden Menstruum.

Ueber alle jene Funktionen des Speichels müssen genauere chemische Untersuchungen desselben Licht verbreiten. Was wir bis jetzt in diesem

n) Biol. Bd. 3. S. 404 ff.

o) Ebendas. Bd. 3. S. 408.

p) G. L. Duvernoy, Bulletin de la Soc. philomath. No. 83.

Digitized by Google

sem Fache besitzen, ist aber sehr unbefriedigend. Vergleicht man, was HALLER q) darüber gesammelt, und nach ihm HAPEL DE LA CHENAYE r), FOURCROY s), THOMSON t), JUCH v) und BOSTOCK w) bekannt gemacht haben, so ist das Resultat folgendes. Der Speichel ist eine bey gesunden Menschen geschmacklose, bey den fleischfressenden Thieren schärfere und etwas gesalzene Flüssigkeit, die eine etwas gröſsere specifische Schwere als das Wasser besitzt, bey einigen Menschen ein freyes Alkali zeigt, bey andern hingegen sich gegen Pflanzenpigmente neutral verhält, der atmosphärischen Luft den Sauerstoff leicht entzieht, ihn aber auch eben so leicht an andere Körper wieder abtritt, und Wasser, Eyweiſsstoff, Schleim, nebst einigen Neutral- und Mittelsalzen enthält. Unter diesen salzigen Bestandtheilen nennen Alle, die den Speichel analysirten, salzsaures Natrum;

q) El. Phys. T. VI. L. 18. S. 2. §. 10. p. 52.

r) Mém. de la Soc. Roy. de Médecine de Paris. A. 1780 et 81. p. 325.

s) Ann. de Chimie. T. 28. p. 262. — Syst. des connaiss. chimiques. T. 9. p. 365.

t) System der Chemie. Uebers. von WOLFF. B. 4. S. 514.

v) SIEBOLD hist. system. salivalis. p. 45. — TROMMSDORF's Journal der Pharmacie. B. 4. St. 2. S. 141.

w) NICHOLSON Journ. of Nat. Phil. Vol. 14. p. 140.

Natrum; die Meisten fanden zugleich phosphorsaures Natrum und phosphorsaure Kalkerde, und Einige auch Ammonium.

Diese Angaben sind meist unzuverlässig und wenig belehrend. Keiner der angeführten Schriftsteller, ausser HAPEL DE LA CHENAYE, hat reinen Speichel untersucht. Blos dieser analysirte die unmittelbar aus dem geöffneten Speichelgang eines Pferdes ergossene Flüssigkeit. Er fand an derselben weder eine saure, noch alkalische Reaktion; sie enthielt kein Ammonium, so lange sie nicht mit dem Saft der Schleimdrüsen des Mundes vermischt war. Es fallen also schon zwey der von andern Schriftstellern angegebenen Bestandtheile des Speichels, der Schleim und das Ammonium, weg, und es bleiben als solche blos Wasser, Eyweifsstoff, salzsaures und phosphorsaures Natrum, und phosphorsaure Kalkerde übrig. Substanzen, die man auch in allen übrigen thierischen Säften findet, und welche gar keine Aufklärung über die Wirkungsart des Speichels geben.

Ich habe im Speichel zwey Bestandtheile gefunden, die ohne Zweifel eine wichtige Funktion haben: der eine ist milchsaures Natrum; den andern nenne ich Blutsäure.

Das milchsaure Natrum ist die nehmliche Substanz, die THOUVENEL durch Digestion des Fleisches mit Weingeist erhielt und unter dem Namen

des

des Fleischextrakts beschrieb. Man erhält dasselbe, zugleich mit der Blutsäure aufgelöst, wenn man den Speichel mit Alcohol gelinde aufkochen läfst, und die Flüssigkeit durch Filtriren von dem geronnenen Eyweifsstoff trennt. Die Gegenwart dieser Substanz im Speichel verräth sich sowohl durch den Niederschlag, den Gallapfeltinktur darin hervorbringt, als dadurch, dafs nach dem Abdampfen des Auszugs eine thierische Materie zurückbleibt, die nicht, wie der Leim, gelatinirt, und nach dem Eintrocknen nicht von Wasser und Säuren, wohl aber von ätzendem Laugensalz aufgelöset wird. Wir werden unten sehen, dafs die Milchsäure eines der Auflösungsmittel der Speisen im Magen ist. Diese ihre auflösende Kraft ist im Speichel durch ihre Verbindung mit Natrum zwar geschwächt, aber nicht aufgehoben, indem sie von dem letztern nicht gesättigt ist. Der Speichel wirkt also, vermöge der in ihm befindlichen Milchsäure, im mindern Grade wie der Magensaft; er löset die Speise zwar nicht völlig auf, aber er bereitet sie zur völligen Auflösung vor.

Von der Blutsäure, die zugleich ein Bestandtheil des Bluts ist, wird in der Folge umständlicher die Rede seyn. Hier erwähne ich vorläufig ihrer Haupteigenschaften. Der Hauptcharakter derselben ist, mit einer gesättigten Auflösung des

Eisens

Eisens in Salpetersäure, oder verdünnter Schwefelsäure, eine Verbindung einzugehen, welche ganz die Farbe des Bluts hat. Man erhält diese Farbe sogleich, wenn man eine jener Eisenauflösungen in Speichel tröpfelt. Stärker aber tritt sie hervor, wenn man den Speichel abdampft, den Rückstand schwach calcinirt, und so die Blutsäure von dem Eyweifsstoff, wovon sie im Speichel verhüllet ist, trennt. Sowohl aus dem frischen Speichel, als aus dem verkalkten Rückstand desselben, wird sie durch Wasser, und noch reiner durch Alcohol ausgezogen. In dieser Auflösung reagirt sie auf Lackmustinktur als eine Säure. Doch enthält die Weingeistauflösung immer noch milchsaures Natrum, wovon ich sie nicht ganz habe trennen können. Sie wird von Salzsäure, Salpeter- und Essigsäure aufgelöst, ohne ihren röthenden Einflufs auf das salpeter- und schwefelsaure Eisen zu verlieren. Setzt man hingegen Alkalien zu der Verbindung der Blutsäure mit dem salpetersauren Eisen, so vereinigen sich jene mit dem letztern, und geben einen orangefarbenen Niederschlag. Schwefelsaure Kupferauflösung wird von der Blutsäure grünlich gefärbt. Mit salpetersaurer Silberauflösung giebt sie einen schwarzbraunen Niederschlag. Auf das blausaure Kali hat sie keinen Einflufs. Alle diese Eigenschaften charakterisiren sie als eine Säure von eigener Art. In der Lehre vom Blut werden wir sehen, dafs von ihr

die

Digitized by Google

die rothe Farbe des letztern abhängt. Der Speichel ertheilt also, vermöge dieser Säure, den Speisen die erste Anlage zur Verwandlung derselben in Blut.

§. 7.

Der Schlund und der Magen.

Die durch Vermischung mit dem Speichel in eine breyartige Substanz verwandelte Speise gelangt durch eine fortschreitende Zusammenziehung des Schlunds in den Magen, wo sie durch Zumischung des gastrischen Safts und durch die Contraktionen des Magens noch weiter verändert wird. Wir werden zuerst von dem Einfluſs, den jener Saft auf sie äussert, und dann von den Zusammenziehungen des Magens reden. Doch ist es nöthig, vorher einiges im Allgemeinen über die Form und Textur des Schlundes und Magens zu bemerken.

Man kann den Polypen umstreifen und die Oberfläche seines Körpers zur innern Fläche des Magens machen, ohne daſs die Verdauung weniger als vorher von statten geht. Bey ihm müssen also die Oberhaut und die innere Magenhaut von gleicher Beschaffenheit seyn. Was bey dem Polypen der Fall ist, findet, aber im mindern Grade, bey allen Thieren statt. Dieselben Häute, welche die Oberfläche des Körpers bedecken, ziehen sich durch die Nasenhöhle, den Mund und den

After

Digitized by Google

After in das Innere des Körpers, und bilden die innern Membranen des Nahrungscanals.

Dieser besteht also zuerst aus einer innern Haut, die ein Fortsatz der Epidermis ist. Auf derselben liegt eine zweyte, die in das Fell (Corium) übergeht. Hierauf folgt eine dritte muskulöse Membran, die man mit dem Muskelfell (Panniculus carnosus) der Säugthiere verglichen hat. Bey den Thieren der höhern Classen giebt es noch eine vierte, von dem Bauchfell herrührende Membran.

Die Aehnlichkeit der innern Haut des Nahrungscanals mit der Epidermis ist bey mehrern Säugthieren unverkennbar. Weniger deutlich ist sie bey manchen Thieren, deren Körper mit einer horn- oder schwielenartigen Decke umgeben ist, z. B. den Gürtelthieren (Dasypus), den Schuppenthieren (Manis), den meisten Amphibien und Fischen, und den Insekten. Untersucht man indeſs jene vor, oder kurz nach dem Auskriechen aus dem Ey, und die Insekten zu der Zeit, wo sie sich zu verwandeln im Begriff sind, so zeigt sich bey ihnen ebenfalls die Gleichartigkeit der erwähnten Häute. Uebrigens ist auch die innere Haut des Nahrungscanals in dem Knorpelmagen vieler Thiere schwielenartig.

Bey manchen Insekten, z. B. der Afterspinne (Phalangium), der Skolopender, der Larve des

Nashorn-

Digitized by Google

Nashornkäfers (Scarabaeus nasicornis) und der Larve der Bremse (Tabanus bovinus) ist diese Haut äusserst zart, und viel enger als die umliegende Membran. Bey der Larve der Bremse bildet sie, was Swammerdamm x) einen engern Darm in einem weitern nannte.

Die zweyte Haut des Nahrungscanals läſst sich in zwey Blätter trennen, die in frühern Zeiten für zwey verschiedene Häute angenommen wurden. Das innere Blatt, das man für einerley mit der Epidermis ansah, hieſs die flockige, das äussere die nervige Membran. Diese Blätter hängen in der That auch schwächer unter sich, als mit der innersten Haut und der muskulösen Membran zusammen. Doch bestehen beyde aus einem schwammigen Zellgewebe, das nur in dem äussern Blatt fester, in dem innern weicher ist. Das Zellgewebe des innern Blatts bildet in einem Theil des Nahrungscanals hervorragende Zotten, die den Hautwärzchen ähnlich zu seyn scheinen. Diese finden sich indeſs nicht bey allen Thieren, und überhaupt ist die zweyte Haut jenes Canals nicht im ganzen Thierreiche von einerley Bau. Bey vielen Insekten ist sie eine schleim- oder gallertartige Substanz. Bey allen Thieren der fünf obern Classen, und auch bey vielen Insekten, giebt es, wenigstens an einigen Stellen,

x) Bibel der Natur. S. 268.

Stellen, zwischen ihr und der Muskelhaut Schleimdrüsen, deren Oeffnungen auf der innern Fläche des Nahrungscanals liegen.

Die Muskelhaut besteht ebenfalls an den meisten Stellen aus einem doppelten Blatt, einem äussern, dessen Fasern längslaufend sind, und einem innern, dessen Fasern die Gestalt eines Halbkreises haben und jene der Queere nach durchkreutzen. An einigen Stellen, besonders am Magen, ist aber die Richtung dieser Fasern von anderer Art. Auch ist die Dicke derselben an verschiedenen Stellen des Nahrungscanals und bey den verschiedenen Thierclassen sehr verschieden. Bey einigen Thieren, z. B. dem Skorpion, sind die Fasern so fein, dafs sie sich auch unter stärkern Vergröfserungen kaum erkennen lassen.

Die äusserste, vom Bauchfell abstammende Haut bekleidet nur den untern, in der Bauchhöhle befindlichen Theil des Nahrungscanals, nicht aber den Schlund. Sie gehört zu der Art von Membranen, die Bichat seröse genannt hat, und ist nur den vier obern Thierclassen eigen.

Die Röhre, welche durch diese Häute gebildet wird, ist bey den meisten Thieren einfach, nicht in sich zurückkehrend, und unausgefüllt. Ausnahmen von dieser Regel giebt es nur unter den Insekten, und zwar unter denjenigen, die sich durch Saugrüssel oder Saugstacheln nähren, also

bey

Digitized by Google

bey den Schmetterlingen, den Wanzen und den zweyflüglichen Insekten. Bey diesen fängt der Nahrungscanal nicht als eine einfache Röhre vom Munde an, sondern er wird durch das Zusammenfliefsen so vieler Canäle, als es Saugröhren giebt, gebildet. Beym Cimex rufipes L. theilt sich derselbe, nach meinen Untersuchungen, während der letzten Hälfte seines Verlaufs in vier, neben einander liegende, cylindrische Gefäfse, die mit einem schleimartigen Gewebe ausgefüllt sind y). Bey den Cicaden kehrt er in sich zurück, und giebt am Schlunde eine zum After gehende Röhre ab z).

Bey den Insekten der Bienenfamilie, die einen mit Kauwerkzeugen versehenen Mund und zugleich einen Saugrüssel haben, giebt es einen doppelten Apparat von Verdauungsorganen. Der Mund führt zu einem bis zum After fortgehenden Nahrungscanal, wie bey andern mit Kinnladen und Kinnbacken versehenen Insekten. Aber der Canal des Rüssels setzt sich in eine eigene Röhre fort. Bey der Erdbiene finde ich den Bau dieser Theile von folgender Art. Der Rüssel ist eine

y) Annalen der Wetterauischen Gesellsch. f. d. gesammte Naturk. B. 1. S. 175.

z) Meckel's Beytr. zur vergl. Anat. B. 1. H. 1. S. 1. — Ramdohr's Abhandl. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 199 ff.

Digitized by Google

eine an der Basis cylindrische, nach der Spitze kegelförmig zulaufende Röhre, die aus halbkreisförmigen, durch eine feste, sehnenartige Haut unter einander verbundenen Reifen besteht. Auf der Rückenseite geht eine Rinne von der Spitze zur Basis fort. Auf der Bauchseite fehlen von der Basis an bis ohngefähr zur Mitte des Rüssels die knorpelartigen Queerreifen; hier ist es eine dünne, weiche Membran, die den Canal des Rüssels bedeckt. Vorne endigt sich der letztere in eine Saugöffnung; hinten geht er in einen flaschenförmigen Behälter, und dann in ein enges, aber sehr langes Gefäfs über. Dieses Gefäfs hat ganz die Textur der Luftröhren; es besteht aus einer zarten Haut, die mit einem knorpelartigen Band dicht umwunden ist. — Bey der Hornisse finde ich einen fächerförmigen Rüssel, an dessen vorderm, breiterm Ende es vier Saugöffnungen giebt, und dessen hinteres, schmaleres Ende sich in einen ähnlichen Canal, wie bey der Biene, fortsetzt. — Bey der Honigbiene geht dieser Canal, nach Ramdohr's Untersuchungen, mit dem Schlunde durch den Hirnring, nimmt vor diesem Durchgang die Ausführungsgänge zweyer Organe auf, die Ramdohr anfangs für Geruchsorgane hielt, nachher aber für Speichelgefäfse erklärt hat, und theilt sich dann in zwey Arme, die sich endlich in ein zottiges, dem Netz der Insekten ähnliches, die Speiseröhre bis zum Hinterleib begleitendes

Wesen

Digitized by Google

Wesen erweitern a). Wenn HUBER b) richtig beobachtet hat, dafs das Wachs, welches die Bienen bereiten, durch die Zwischenräume der hornartigen Ringe ihres Körpers hervordringt, so glaube ich, dafs jener zottige Körper das Absonderungswerkzeug des Wachses ist.

Gewöhnlich bildet der Nahrungscanal, nachdem er in cylindrischer oder trichterförmiger Gestalt vom Schlundkopf eine gewisse Strecke herabgestiegen ist, eine oder mehrere Erweiterungen. Jener herabsteigende Theil ist der Schlund, diese Erweiterung der Magen. Fälle, wo die Nahrungsröhre mit gleichem Durchmesser vom Munde zum After geht, giebt es keine bey den Säugthieren und Vögeln, sondern nur in den übrigen Thierclassen. Doch auch in diesen finden sich nur wenig Arten, bey welchen sich nicht ein Theil jenes Canals durch eine veränderte Textur als ein Magen zu erkennen giebt. Zu denen Thieren, deren Nahrungscanal von so einfachem Bau ist, dafs sich kein Unterschied zwischen Schlund, Magen und Gedärmen angeben läfst, gehört unter den Fischen der Schlammpeitzger (Cobitis fossilis) und

a) Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 5. Quart. 4. S. 386. — GERMAR's Magaz. der Entomol. J. 1. H. 1. S. 135.

b) Nouvelles observat. sur les abeilles. Genéve. 1792.

Digitized by Google

und noch mehr der Hornhecht (Esox Belone), unter den Mollusken die Lingula anatina c), und unter den Insekten der Skorpion.

Der Magen unterscheidet sich von dem übrigen Nahrungscanal nicht nur durch seine Gestalt, sondern vorzüglich auch durch die Beschaffenheit seiner Häute und durch seinen Reichthum an Blutgefäſsen, Saugadern und Nerven.

Die Fasern seiner Muskelhaut laufen nicht blos, wie im Schlunde und Darmcanal, der Länge und Queere nach, sondern gehen zum Theil auch nach andern Richtungen und bilden Stränge, die sich zerästeln und mit ihren Aesten sich durchkreutzen. Seine Epidermis ist höchst zart, und sehr genau mit dem weichen, fast schleimartigen innern Blatt der zweyten Haut verbunden.

Die Arterien des Magens entspringen bey allen Thieren der fünf höhern Classen unmittelbar aus der Aorta d), und bilden mit den Venen desselben, die sich bey den Säugthieren, Vögeln, Amphibien und Fischen in die Pfortader öffnen, in dem äussern Blatt der zweyten Magenhaut ein

c) Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. I. p. 69.

d) Bey der Aplysia fasciata theilt sich die Aorta gleich nach ihrem Ursprung in drey Aeste, von welchen der mittlere blos zu dem vierfachen Magen geht. (Cuvier a. a. O. T. II. p. 287.).

Digitized by Google

ein zartes Netz, woraus eine zahllose Menge der feinsten Zweige in das innere Blatt dieser Membran dringt. Bey den Insekten sind der Magen und die Zeugungstheile diejenigen Eingeweide, zu welchen vorzüglich grofse und zahlreiche Luftgefäfse gehen. Besonders ist dies der Fall bey den Larven, bey welchen die Verdauung das Uebergewicht über alle übrige Funktionen hat.

Sehr zahlreich sind auch im Magen derer Thiere, die lymphatische Gefäfse besitzen, diese Saugadern.

Der Magen endlich ist unter allen Eingeweiden der Bauchhöhle dasjenige, welches am genauesten mit dem ganzen Nervensystem in Verbindung steht. Bey den Thieren der höhern Classen ist er nicht nur durch die sympathischen Nerven mit dem Rückenmark, sondern auch durch die Nerven des achten, oder, nach der neuern Benennung, des zehnten Paars mit dem Gehirn verbunden. Wir finden diesen genauen Zusammenhang selbst bey den Insekten. Der Magen derselben erhält ebenfalls nicht nur Nerven aus den ihm zunächst liegenden Knoten des Rückenmarks, sondern auch vom Gehirn durch SWAMMERDAMM's rücklaufende Nerven, ein Nervenpaar, welches aus einem von zwey bogenförmigen Hirnnerven gebildeten Knoten entspringt, und das

ich bey mehrern Insekten aus den verschiedensten Familien angetroffen habe.

Der ungestörte Zusammenhang des Magens durch jene Nerven des achten Paars mit dem Gehirn ist eine Hauptbedingung der Verdauung. Die meisten Schriftsteller, die Versuche über die Durchschneidung jenes Nervenpaars angestellt haben, merken an, dafs nach der Operation Erbrechen eintrat e). Nachher frafsen die Thiere nicht mehr, oder die Speise blieb unverdauet im Magen f). Dieser wurde nach dem Tode von VALSALVA g) bey einem Hunde zusammengezogen, von LE GALLOIS h) bey einem Meerschwein sehr ausgedehnt gefunden. Einige Beobachter wollen auch Fäulnifs der Speisen im Magen bemerkt haben i). Meist aber

e) M. s. unter andern BAGLIVI dissert. de observ. anat. et pract. Exp. 7. — VALSALVA in MORGAGNI epist. anat. XIII. p. 504. 505. 512. 513. — PETIT, Mém. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris. A. 1727. p. 1. der OctavAusg. — DUPUYTRENS, Biblioth. médic. T. 17. p. 1.

f) BAGLIVI l. c. — DUCROTAY DE BLAINVILLE, Nouv. Bulletin de la Soc. philom. T. 1. p. 226. — LE GALLOIS Expér. sur le principe de la vie. p. 214.

g) MORGAGNI l. c. p. 505.

h) A. a. O.

i) BRUNN Exper. circa ligaturas nervorum in vivis animal. institutas. Gotting. 1753. — HALLER Mém. sur

aber fand man die Speisen im Magen unverändert k). Einige Erfahrungen von Brunn machen wahrscheinlich, dafs jene Fäulnifs nur scheinbar war und von Exkrementen herrührte, die durch eine antiperistaltische Bewegung der Gedärme in den Magen geführt waren.

§. 8.

Der Magensaft.

Der Magen und der Darmcanal söndern auf ihrer innern Fläche eine grofse Menge Flüssigkeit ab. In beyden secerniren die vielen Schleimdrüsen, womit diese Fläche besetzt ist, eine grofse Menge Schleim; in dem Magen erzeugt sich ausserdem noch der Magensaft, und in den Gedärmen die enterische Flüssigkeit.

Die Hauptquelle des Magensafts sind die letztern Zweige der Schlagadern, die sich in der Magenhaut zerästeln l). Ein anderer Bestandtheil dessel-

sur les parties sensibles et irritables. T. 1. Exp. 182. 185. 186. 188.

k) Arnemann's Versuche über die Regeneration. B. 1. S. 262. — Emmert in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 380. — Le Gallois a. a. O. p. 217.

l) Wepfer hist. cicutae aquat. p. 80. — Spallanzani's Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 157.

Digitized by Google

desselben wird vielleicht durch die zahlreichen Drüsen abgesondert, die sich bey dem Menschen vorzüglich häufig in der Nähe des untern Magenmundes befinden, und welche von den Schleimdrüsen verschieden zu seyn scheinen.

Jener Saft ist das vornehmste Auflösungsmittel der Speisen. Von einigen Thieren genommen, äussert er seine auflösende Kraft noch einige Zeit ausserhalb dem Körper. Diese Kraft aber ist verschieden nach der Verschiedenheit der Thierarten. Bey denen, die einen knorpelartigen, zum Zermalmen der Nahrungsmittel eingerichteten Magen haben, z. B. den Hühnern, werden unzerriebene Fruchtkörner nicht von ihm aufgelöst, sondern nur zermalmt m). Zugleich löst er rohes Fleisch auf, und greift selbst Steine und Metalle an n).

Bey den Krähen, Reihern und andern, sich sowohl von vegetabilischen, als animalischen Substanzen nährenden Thieren, deren Magen nicht so stark als der der hühnerartigen Vögel, doch stärker als der Magen der Amphibien, Fische, wiederkäuenden Thiere, Raubvögel und fleischfres-

senden

m) Diese und die folgenden Erfahrungen über den Magensaft sind, wo man nicht andere Gewährsmänner findet, aus Spallanzani's angeführtem Werk genommen.

n) Bruonatelli in Crell's chemischen Annalen. J. 1787. B. 1, S. 231 ff.

Digitized by Google

senden Säugthiere ist, löst der Magensaft auch nur zerriebene Fruchtkörner auf. Vorzüglich aber wirkt derselbe auf weichere vegetabilische und animalische Substanzen, z. B. auf Früchte und Fleisch. Dieses wird durch ihn erweicht, verändert seine Farbe, geht in eine Gallerte und zuletzt in einen Brey über. Unzerschnittenes Fleisch wird schichtweise von der Oberfläche zum Mittelpunkt aufgelöst. Knorpel werden ebenfalls von diesem Saft angegriffen. Hingegen auf Knochen hat er keine Wirkung. Bey jenen Thieren äussert auch nicht nur der Magen, sondern schon der Schlund in seiner ganzen Länge auf die in ihm verweilenden Speisen eine auflösende Kraft; bey den hühnerartigen Vögeln hingegen werden die Fruchtkörner im Kropfe nur erweicht, nicht aufgelöst.

Der Magensaft der Amphibien und Fische ist von vorzüglicher Wirksamkeit. Er löst nicht nur unzermalmtes Fleisch, sondern auch ganze Knochen vollkommen auf. Doch wirkt er weit langsamer, als der Magensaft der Säugthiere und Vögel, und seine Wirkungen sind einigermaſsen abhängig von der Wärme der Atmosphäre.

Die wiederkäuenden Thiere haben eine groſse Menge Magensaft. Vorzüglich ist es der vierte Magen, worin derselbe erzeugt wird. Doch sondert auch schon der erste und zweyte Magen eine

Digitized by Google

desselben wird vielleicht durch die zahlreichen Drüsen abgesondert, die sich bey dem Menschen vorzüglich häufig in der Nähe des untern Magenmundes befinden, und welche von den Schleimdrüsen verschieden zu seyn scheinen.

Jener Saft ist das vornehmste Auflösungsmittel der Speisen. Von einigen Thieren genommen, äussert er seine auflösende Kraft noch einige Zeit ausserhalb dem Körper. Diese Kraft aber ist verschieden nach der Verschiedenheit der Thierarten. Bey denen, die einen knorpelartigen, zum Zermalmen der Nahrungsmittel eingerichteten Magen haben, z. B. den Hühnern, werden unzerriebene Fruchtkörner nicht von ihm aufgelöst, sondern nur zermalmt m). Zugleich löst er rohes Fleisch auf, und greift selbst Steine und Metalle an n).

Bey den Krähen, Reihern und andern, sich sowohl von vegetabilischen, als animalischen Substanzen nährenden Thieren, deren Magen nicht so stark als der der hühnerartigen Vögel, doch stärker als der Magen der Amphibien, Fische, wiederkauenden Thiere, Raubvögel und fleischfressenden

m) Diese und die folgenden Erfahrungen über den Magensaft sind, wo man nicht andere Gewährsmänner findet, aus Spallanzani's angeführtem Werk genommen.

n) Brugnatelli in Crell's chemischen Annalen J. 1787. B. 1. S. 231 ff.

den Säugthiere ist. ... Magensaft auch zerriebene ... Vorzüglich aber ... derselbe ... und ... nalische ... und ... sch. Dieser ... seine ... t in einen ... schich... kt ... em Saft ... er keine ... nicht ... lund ... veilene ... bey ... hühe... die ... chthörner ... nicht auf- st.

Der Magensaft der ... Fische ist vorzüglich ... ist nicht nur ... malmtes Fleisch ... ganze Kno- vollkommen au... er weit lang- ... als der Magen ... thiere und Vö- ... seine Wirkung ... einigermafsen ab- ... von der Wärme ... sphäre.

Die wiederkäuenden Thiere haben eine grosse ... ge Magensaft. Vorzüglich ist es der vierte ... m, worin derselbe erzeugt wird. Doch ... der erste und zweyte Magen ...

eine verdauende Flüssigkeit ab. Nach den Versuchen von STEVENS o) wurde Futter, welches in durchlöcherten Röhren eingeschlossen war, in dem Wanst eines Ochsen aufgelöst. Der gastrische Saft der Wiederkäuer vermag aber weder im Magen, noch ausserhalb dem Körper seine Kraft zu äussern, wenn die aufzulösenden Substanzen nicht vorher zermalmt und mit Speichel vermischt sind.

Der Magensaft der Raubvögel zeichnet sich dadurch aus, dafs er auf vegetabilische Theile wenig oder gar keine Wirkung, eine desto gröfsere aber auf thierische Substanzen äussert.

Fast eben so wirksam auf thierische Materien ist der Magensaft der Katzen, der Hunde und des Menschen. Der gastrische Saft des Menschen greift Knochen und Metalle an p). In dem Magen der Hunde erleidet sogar der Schmelz der Zähne, der von dem Magensaft anderer Thiere nicht angegriffen wird, einige Veränderung. Bey allen diesen Thieren äussert auch der Magensaft einen eben so grofsen Einflufs auf vegetabilische Substanzen, doch bey dem Menschen mehr, wenn dieselben gekäuet sind, als wenn sie unzermalmt in den Magen kommen.

Ver-

o) De alimentorum concoctione. Edinb. 1777. In Thesauro medico Edinburg. T. 3.

p) Kongl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar. J. 1782. istes Viertelj. No. 12.

Vermöge der nach dem Tode noch fort-
auernden Wirksamkeit des gastrischen Safts greift
r in der Leiche zuweilen den Magen selber an
tellen, wo er sich gesammelt hat, und ausser-
alb den durchlöcherten Magenwänden auch die
enachbarten Eingeweide an. Hunter q) machte
iese Beobachtung zuerst an menschlichen Leichen,
nd blos an diesen ist meines Wissens seine Er-
ıhrung bis jetzt wiederholt worden r). Ich habe
ɔer auch an mehrern Thieren der niedern Clas-
ɜn, die eine Zeitlang in Weingeist gelegen hat-
ın, und an welchen alle übrige Theile noch
isch waren, den Magen und die ihm zunächst
ɜlegenen Theile zum Theil aufgelöst gefunden.
ıger s) hat zwar Hunter's Meinung von der
rsache jener Erscheinung zu bestreiten gesucht.
ɜine Gründe scheinen mir aber nur zu bewei-
ın, was ohnehin zu vermuthen war, daſs einige
rankheiten den Magen, indem sie seine Spann-
raft schwächen, zur Auflösung geneigter machen.

Aus den angeführten Thatsachen folgt, daſs
ɜr Magensaft bey einigen Thieren blos zermalmte,
ɜy andern auch unzerriebene Nahrungsmittel auf-
löst;

q) Philos. Transact. Y. 1722. p. 447.

r) Vergl. Burns, Edinburgh medical and surgical Journal. Vol. 6. p. 129.

s) Hufeland's u. Himly's Journal der prakt. Heilk. J. 1811. St. 5. S. 1.

löst; dafs bey einigen diese Auflösung unabhängig von der äussern Temperatur, bey andern hingegen nur bey einem gewissen Grade von Wärme vor sich geht, und dafs einige nur thierische Substanzen, andere sowohl diese, als vegetabilische Materien aufzulösen im Stande sind. Die zersetzende Kraft des Magensafts ist aber, selbst in Beziehung auf nährende Substanzen, keinesweges unbeschränkt. Das allgemeinste Nahrungsmittel, das es giebt, die Milch, wird von ihm zum Gerinnen gebracht, und geht zum Theil in diesem coagulirten Zustande durch eine ziemlich lange Strecke des Darmcanals. Auch enthalten die Exkremente nach jeder Speise eine Menge unzersetzter Fasern und Häute.

Die auflösende Kraft ist auch nicht dem Magensaft ausschliefslich eigen. Im mindern Grade besitzt jeder Theil des thierischen Körpers das Vermögen, fremdartige Substanzen zu verzehren. Knochen, Fleisch und andere thierische Theile, die P. Smith in die Bauchhöhle, oder unter das Fell lebender Thiere brachte, wurden hier völlig aufgelöst t). Hieraus läfst sich eine merkwürdige Beobachtung erklären, die Cuvier an der Salpa octofora machte. Er fand bey mehrern dieser Thiere im Innern derselben, aber ausserhalb ihrem

t) Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv für Naturk. u. s. w. B. 3. St. 2. S. 134.

Digitized by Google

ihrem Magen, Theile einer Anatifa, woran alles, bis auf die äussere Haut, zerschmolzen und verschwunden war, und die vermuthlich durch die Oeffnung, wodurch die Salpen Wasser einziehen, hereingekommen waren v). Diese Thiere haben zwar einen Magen. Vielleicht aber verdauen sie eben so viel ausserhalb, als innerhalb demselben, und machen den Uebergang zu denjenigen Organismen, bey welchen das Athemholen, die Verdauung und mehrere andere Funktionen durch einerley Organe geschehen.

Bey den fleischfressenden Thieren und vielen von denen, die sich sowohl von animalischen, als thierischen Substanzen nähren, zeichnet sich noch der Magensaft durch einen hohen Grad von fäulnifswidriger Kraft aus. Er verhindert nicht nur die Fäulnifs, sondern hebt sogar die angefangene wieder auf. Es findet daher bey der Auflösung der Speise keine Fäulnifs statt. Nach den Versuchen von Davy und Brande ist aber auch das Gas, welches sich bey der Zersetzung der Speisen im dritten Magen der Wiederkäuer entbindet, weder entzündbar, noch mit Kohlensäure vermischt w). Jene Auflösung geht also auch ohne Gährung von statten.

Von

v) Annales du Muséum d'Hist. nat. T. IV. p. 380.

w) Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 165.

Digitized by Google

Von welcher Art ist nun dieser auflösende Saft? Was er unvermischt ist, läſst sich schwer bestimmen. Immer enthält er Speichel, den Saft der Schleimdrüsen des Schlundes und Magens, und oft auch etwas Galle. Im Magen der meisten, lebendig geöffneten, oder eben getödteten Thiere aber ist er eine reine und helle, doch etwas ins Gelbliche fallende Flüssigkeit, von etwas bitterm und salzigem Geschmack, nicht entzündlich, weder an der Luft, noch im Feuer gerinnend, und bey den Thieren der obern Classen eine freye Säure enthaltend.

Diese saure Beschaffenheit des Magensafts ist zwar von mehrern Schriftstellern bezweifelt worden. Allein es gibt zu wichtige Beweise dafür, als daſs sie sich mit Recht bezweifeln läſst. Zuerst ist es gewiſs, daſs Milch und Eyweiſs durch jenen Saft zum Gerinnen gebracht werden x). Dieses Vermögen hat er freylich mit mehrern andern thierischen Substanzen, z. B. den Muskeln, der Lunge, dem Herzen u. s. w. gemein y). Allein der

x) J. Hunter Observat. on certain parts of the animal oeconomy.

y) Doch besitzt dieses Vermögen nicht die Leber, wenn anders Werner (Diss. sist. exper. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. Praes. Autenrieth. Tubing. 1800. p. 20.) gegen Spallanzani (A. a. O. S. 280.), der das Gegentheil beobachtet haben will, Recht hat.

Digitized by Google

der gastrische Saft röthet auch die Lackmustinktur. VIRIDET z) beobachtete dies an dem Magensaft des Schweins, WERNER a) an dem des Pferdes, des Schaafs, des Kaninchens, des Hundes und der Katze, MARSIGLI b) an dem des Adlers und der Kropfgans, und BRUGNATELLI c) an dem Magensaft mehrerer fleisch- und körnerfressenden Vögel. Ich habe das Nehmliche an dem Saft des Vormagens der Hühner bemerkt. Bey manchen Thieren äussert sich die Säure des Magensafts auch durch den Geruch. NEERGARD d) fand oft bey getödteten Hühnern, dafs Futter, welches mehrere Stunden im Kropfe verweilt hatte, mit einer beträchtlichen Menge eines stark säuerlich riechenden Safts durchdrungen war. Auch spürte er an dem Fleisch, das sich in dem Vormagen eines Falco Lagopus befand, und schon hin und wieder aufgelöst zu werden anfing, einen säuerlichen Geruch e).

Die

z) Tractatus med. physic. de prima coctione. Genevae. 1692. C. 10. 11. 22.

a) L. c. p. 7. 9. 11. 56.

b) Danubius Pannonico - Mysicus. T. VI. Obs. misc. 9. 10.

c) CRELL's Beyträge zu den chem. Annalen. B. 1. St. 4. S. 74 ff.

d) Vergleichende Anat. u. Physiol. der Verdauungswerkzeuge der Säugth. u. Vögel. Berlin. 1806. S. 166.

e) Ebendas. S. 125.

Die Versuche, worauf SPALLANZANI und andere Schriftsteller ihre Behauptung von der Abwesenheit der Säure im Magensaft gegründet haben, sind keinesweges beweisend. Diese bedienten sich gewöhnlich eines Magensafts, der durch Erbrechen ausgeleert war. Ein solcher ist aber immer mit Galle vermischt, welche die Säure desselben zerstört. Dabey gebrauchten sie zur Prüfung der Säure Alkalien, die hier zu wenig empfindliche Reagentien sind. CARMINATI f), der den gastrischen Saft der fleischfressenden Thiere für sauer, und den der pflanzenfressenden für alkalisch hielt, widerspricht sich, wie schon WERNER g) erinnert hat, an mehrern Stellen, und erklärt in einer spätern Schrift h) selber, dafs er den Magensaft der pflanzenfressenden Thiere ebenfalls für sauer, und die von ihm beobachtete Alkalescenz desselben für Wirkung der Fäulnifs halte. BRUGNATELLI i), der in dem Magensaft der Schaafe nach dem Abdampfen desselben Ammonium fand, bediente sich zu seinen Versuchen des Safts des ersten Magens. Aber nicht der erste, son-

f) Untersuchungen über die Natur und den verschiedenen Gebrauch des Magensafts in der Arzneywissensch. u. s. w. Wien. 1785. S. 108.

g) L. c.

h) Beobachtungen über den Gebrauch des Magensafts, gesammelt von SENNEBIER. Mannheim. 1785. S. 37.

i) A. a. O. S. 69.

sondern der dritte und vierte Magen enthält bey den wiederkäuenden Thieren das eigentliche Auflösungsmittel der Speisen. Das von ihm erhaltene Ammonium rührte wahrscheinlich von dem Saft der Schleimdrüsen des ersten Magens her. Bey allen Vögeln, sowohl den kräuterfressenden, als denen, die sich blos von Fleisch, oder von Fleisch und Pflanzen zugleich nähren, fand auch er immer den Magensaft sauer.

Wenn, wie zu vermuthen ist, die Wirksamkeit des Magensafts mit der Stärke dieser Säure in Verhältnifs steht, so mufs jene desto gröfser seyn, je näher dem untern Magenmunde der gastrische Saft abgesondert ist. Dies ist wirklich auch der Fall. Viridet k) untersuchte vermittelst der Lackmustinctur den Saft der Speiseröhre eines Schweins von oben an bis zum Magen. Im Schlunde zeigte sich nirgends eine Spur von Säure; hingegen im Magen wurde die Tinktur lebhaft geröthet. In Werner's Versuchen l) machte die in dem obern Theil des Magens eines Pferdes befindliche, noch unaufgelöste Speise nur einen schwachen Eindruck auf die Lackmustinktur; stärker wirkte die Flüssigkeit aus dem Grunde des Magens, und am stärksten der in der Nähe des

k) L. c. p. 224.

l) L. c. p. 56.

des Pylorus gesammelte Chymus. In einem andern Versuch dieses Schriftstellers m) hatte der aus dem ersten Magen von Schaafen genommene Chymus gar keinen Einfluſs auf die Lackmustinktur; der im zweyten Magen enthaltene Saft bewirkte nur langsam eine schwache Röthe dieser Tinktur; der Chymus des dritten Magens wirkte schon stärker, und der des vierten sehr lebhaft.

Aus dieser gröſsern Wirksamkeit des im Grunde des Magens befindlichen gastrischen Safts läſst es sich erklären, warum E. Smith n) in einigen Versuchen, wo er verschiedenen Thieren animalische und vegetabilische Substanzen in durchlöcherten und an Fäden gebundenen Röhren so beybrachte, daſs diese nicht bis auf den Grund des Magens reichten, keine Veränderungen jener Substanzen beobachtete. Smith schlieſst aus diesen Versuchen, daſs es die Galle und nicht der Magensaft ist, der die Auflösung der Speisen bewirkt, ohne zu bedenken, daſs die Galle nicht anders als beym Erbrechen in beträchtlicher Menge zum Magen gelangt. Er führt zwar noch eine andere Beobachtung an, nach welcher Fleisch ausserhalb dem Körper in Galle, nicht aber in Magensaft aufgelöst wurde. Allein diese ist so oberflächlich erzählt, und widerspricht so vielen andern

m) L. c. p. 11 sq.

n) Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 3. S. 179.

Digitized by Google

andern Erfahrungen, dafs sie mir gar keine Rücksicht zu verdienen scheint.

Was ich bisher von der Säure des Magensafts gesagt habe, gilt nur in Beziehung auf die Säugthiere, Vögel, Amphibien und Fische. Bey den Thieren der niedern Classen findet keine freye Säure jenes Safts statt. Ramdohr o) beobachtete, dafs der Magensaft von der Raupe der Bombyx quercus mit Säuren stark aufbrauset, und die durch Essig geröthete Lackmustinktur wieder blau färbt. Ich habe ebenfalls gefunden, dafs der Magensaft des Oniscus Asellus, des Dytiscus marginalis, der Sphinx ligustri und der Raupe der Noctua dysodea Vienn. die blaue Farbe der gerötheten Lackmustinctur wieder herstellt. Bey der Sphinx ligustri war das Blau nur schwach, bey den übrigen aber sehr lebhaft. Bey der erwähnten Raupe färbte die ganze innere Fläche des Nahrungscanals das durch Essig geröthete Lackmuspapier blau. Die innere Fläche des Magens brachte in diesem Versuch die stärkste, die des Mastdarms die schwächste Färbung hervor. Bey andern Thieren der niedern Classen, unter andern bey dem Scarabaeus nasicornis, Limax cinereus und der Helix Pomatia war der Magensaft weder sauer, noch alkalisch.

Deutet

o) Abhandl. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 50.

Deutet diese verschiedene Beschaffenheit des gastrischen Safts bey den Thieren der höhern und niedern Classen auf eine Verschiedenheit in der Ernährungsweise derselben hin? Und steht diese Verschiedenheit mit der abweichenden Mischung des Bluts der rothblütigen Thiere und der Mollusken, Insekten u. s. w. in Beziehung? Ich glaube nicht, daſs dies der Fall ist. Nach chemischen Gründen kann zwar das Auflösungsmittel der Speisen eben sowohl ein Alkali, als eine Säure seyn. Aetzende Alkalien lösen im Ganzen mehr thierische und vegetabilische Substanzen, als die meisten Säuren auf. Allein es ist auch möglich, daſs bey den Mollusken und Insekten der reine Magensaft ebenfalls sauer und die Säure desselben blos durch den alkalischen Schleim des Nahrungscanals verhüllt ist. Auch der Speichel ist an sich sauer; er erhält erst durch die Zumischung des Safts der Schleimdrüsen des Mundes eine alkalische Beschaffenheit; aber seine Säure wird dadurch nicht aufgehoben, sondern zeigt sich fortdauernd durch seine Kraft, die Milch zum Gerinnen zu bringen p). Diese Vermuthung, daſs die Säure des Magensafts bey den Thieren der niedern Classen blos verhüllt ist, halte ich um so mehr für wahrscheinlich, da ich, wie ich in der Folge umständlicher erzählen werde, in dem Koth der Weinbergschnecke die Galle durch den Ver-

p) Veratti in Commentar. Bonon. T. VI. S. 269.

Digitized by Google

Verdauungsprocess auf eine Art verändert fand, wie sie nur durch Säuren verändert wird.

Chemische Untersuchungen würden hier Licht geben können. Aber diese sind bis jetzt in Betreff des Magensafts höchst unbefriedigend. Nach Scopoli q) besteht der gastrische Saft des Raben aus reinem Wasser, aus einer thierischen Substanz, die seifenhaft und gallertartig ist, aus salzsaurem Ammonium, und aus einer ähnlichen erdigen Materie, wie man in allen thierischen Substanzen antrifft. Brugnatelli r) fand in dem Magensaft von Eulen Wasser, eine Säure, einen harzigen Bestandtheil, eine thierische Substanz und etwas salzsaures Natrum. Der Saft des ersten Magens eines Schaafs lieferte ihm vieles Wasser, Ammonium, eine gallertartige Materie und salzsaures Ammonium. Macquart s) hingegen erhielt aus dem Saft des ersten Magens eines Ochsen und Schaafs Wasser, eine gerinnbare Materie, Phosphorsäure, phosphorsauren Kalk, Harz, salzsaures Natrum und salzsaures Ammonium. Die beyden letztern Angaben sind von geringem Werth, da der eigentliche Magensaft der wiederkäuenden Thiere nicht in dem ersten Magen enthalten ist.

Die

q) In Spallanzani's angeführtem Werke. S. 275 ff.

r) A. a. O.

s) Mém. de la Soc. Roy. de Médécine. A. 1786. p. 355.

Die harzige Materie, die BRUGNATELLI und MACQUART in dem Magensaft fanden, war gewiſs nichts anders, als durch die Säure des Magens abgeschiedenes Gallenharz.

Mir scheint ein Bestandtheil des Magensafts Milchsäure zu seyn. Man findet diese, mit etwas Natrum verbunden, in allen serösen Flüssigkeiten, welche ebenfalls im mindern Grade das Vermögen besitzen, thierische Substanzen aufzulösen. Schon der Analogie nach ist sie also auch im Magensaft zu vermuthen. Ich habe aber auch bey Versuchen über die Verdauung der Hühner gefunden, daſs Wasser, womit die im Vormagen und muskulösen Magen dieser Vögel enthaltenen Materien ausgezogen waren, erwärmt den Geruch des Fleischextracts, welches vorzüglich aus milchsaurem Natrum besteht, aushauchte, und daſs dies selbst dann der Fall war, wenn die Thiere blos mit vegetabilischen Nahrungsmitteln gefüttert waren. Das Resultat eines Versuchs, den ich über die Wirkung der sauren Molken auf Weitzenmehl und Fleisch anstellte, war ebenfalls meiner Meinung günstig. In einer Wärme von 60 bis 70° R. verband sich das Mehl mit den Molken zu einer weissen Flüssigkeit, welche das nehmliche Ansehn hatte, wie der in dem Zwölffingerdarm von Hühnern, die mit Getreidekörnern gefüttert waren, enthaltene Chymus, und sich auch auf ähn-

liche

liche Art wie dieser gegen chemische Reagentien verhielt. Gebratenes Kalbfleisch wurde in jener Wärme von den Molken an der Oberfläche angegriffen, und gab mit denselben eine der Fleischbrühe ähnliche Flüssigkeit.

Indefs von der Milchsäure allein läfst sich die auflösende Kraft des Magensafts nicht ableiten. Es mufs noch eine andere stärkere Säure in diesem enthalten seyn, wovon er das Vermögen hat, Knochen und selbst Steine angreifen zu können. Nach den obigen chemischen Analysen würde dieselbe Phosphorsäure seyn. Diese scheint allerdings einen Bestandtheil des Magensafts auszumachen. In dem Saft des Vormagens von Hühnern, welcher bey diesen Thieren das eigentliche Auflösungsmittel des Futters ist, sahe ich von salpetersaurem Bley, Quecksilber und Silber, so wie von schwefelsaurem Silber Niederschläge entstehen, die auf Phosphorsäure deuteten. Allein ich fand auch, dafs salzsaurer und salpetersaurer Baryt ebenfalls gefällt wurden. In Betreff der Verwandtschaftsstufe des Baryts gegen die Phosphorsäure sind nun zwar die Angaben der Chemiker verschieden t). Doch ist so viel gewifs, dafs der phos-

t) Gren's Handb. der Chemie. 3te Aufl. Th. 2. S. 306. 307. — Süersen in Scherer's allgem. Journ. der Chemie. B. 8. S. 115. — Pfaff im Nordischen Archiv f. Naturk. u. s. w. B. 4. St. 3. S. 186.

phosphorsaure Baryt von der Salpetersäure aufgelöst wird v). Wenn also auch der Niederschlag, den die salzsaure Schwererde in jenem Versuch bewirkte, von Phosphorsäure entstanden wäre, so hätte doch diese Säure keine Fällung in der salpetersauren Barytauflösung verursachen können. Es mufste also noch eine andere, der Schwererde näher als Salz- und Salpetersäure verwandte Säure in der Flüssigkeit enthalten seyn. Für Schwefelsäure liefs sich diese nicht annehmen, da das schwefelsaure Silber ebenfalls gefällt wurde. Ausser dieser Säure war aber keine andere übrig, worauf man schliefsen konnte, als Flufssäure.

Um diesen Schlufs zu prüfen, brachte ich den Saft des Vormagens von Hühnern, theils blos mit Wasser, theils auch mit etwas Schwefelsäure vermischt, in einem Gefäfs, worüber eine Glastafel lag, zum Kochen. Der Erfolg entsprach zwar jenem Schlufs *nicht*; an dem Glase war keine Auflösung zu bemerken. Aber ich erwartete selber nicht viel von diesem Versuch. Nach dem Zusatz der Schwefelsäure entwickelte sich beym Kochen so viel Ammonium, dafs das flufssaure Gas, welches vielleicht mit entbunden wurde, gleich wieder neutralisirt werden mufste, und aus dem blos mit Wasser verdünnten Saft konnte schwerlich die blofse Siedewärme das flufssaure Gas austreiben.

Meh-

v) Pfaff a. a. O.

Mehrere andere Gründe scheinen mir dagegen zu beweisen, dafs Flufssäure wirklich im Magensaft enthalten, und das Hauptauflösungsmittel der Speisen ist. Nach Plater's Beobachtung wurde ein Onyx in dem Magen einer Henne binnen vier Tagen um den vierten Theil kleiner w). In Reaumur's x) und Spallanzani's y) Versuchen wurden kleine Glaskugeln, die über der Lampe geblasen waren, und welche die Stärke hatten, dafs man sie gewaltsam gegen den Boden werfen konnte, ohne sie zu zerbrechen, in dem Magen eines Kapauns und einer Henne binnen drey Stunden in kleine Stücke zermalmt, deren Enden so rund waren, als wenn sie absichtlich wären abgerundet worden. Selbst Stücke einer Glasscheibe wurden in dem Magen der hühnerartigen Vögel zerrieben, und zwar ohne Verletzung der Magenwände. Dieses Zerreiben läfst sich nicht ohne Hülfe eines chemischen Auflösungsmittels erklären, da dasselbe auch bey Versuchen statt fand, wo der Magen keine Steine enthielt z), und die mechanische Wirkung blos von den Magenwänden herrühren konnte, die nothwendig hätten verwundet werden müssen,

w) M. s. oben §. 2. dieses Kap.

x) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1752. p. 272. 275.

y) Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 10. 13. 15.

z) Spallanzani a. a. O. S. 20.

Digitized by Google

müssen, wenn nicht ein auflösender Saft die Spitzen der Glassplittern erweicht hätte. Bey einem meiner Versuche über die Verdauung der Hühner bemerkte ich auch, dafs das Email einer porcellanenen Tasse, worin ich den Aufgufs eines Theils der in dem Nahrungscanal befindlichen Materien hatte digeriren lassen, stark angegriffen war. Ich machte diese Bemerkung aber erst, nachdem die bey den Versuchen gebrauchten Tassen schon wieder gereinigt waren, und kann daher die nähern Umstände nicht angeben. — Die auflösende Kraft, die man bey allen diesen Erfahrungen anzunehmen genöthigt ist, läfst sich nur in der Flufssäure suchen. Die Phosphorsäure wirkt zwar auch einigermafsen auf Glas und Porcellan, doch nicht in dem Grade, wie man hier voraussetzen mufs.

Jene Hypothese hebt zugleich eine Schwierigkeit, die sonst schwer aufzulösen ist. Bey mehrern Thieren zeigt der Magensaft weder eine freye Säure, noch ein freyes Alkali, und da, wo er jene besitzt, äussert sich dieselbe oft nur durch eine schwache Wirkung auf Pflanzenpigmente. Wie demohngeachtet dieser Magensaft bedeutende auflösende Kräfte haben kann, läfst sich bey der Voraussetzung, dafs Flufssäure ein Bestandtheil desselben ist, aus WIEGLEB's bekannter Erfahrung erklären, nach welcher das flufssaure Ammonium

noch

Digitized by Google

noch eben sowohl, wie die freye Flufssäure, die Kieselerde auf dem nassen Wege angreift.

Unsere Hypothese hat endlich nichts, was der Analogie zuwider ist. Man fand die Flufssäure auch schon in den Knochen und im Harn a), und vielleicht wird man sie noch in andern thierischen Substanzen entdecken.

§. 9.

Der Chymus.

Die von dem Magensaft aufgelöste Speise ist eine noch ungleichartige Flüssigkeit, worin sich sehr viel von einer Substanz, die Emmert für Gallerte hält, eine freye fixe Säure, und stark oxydirtes Eisen findet, die aber nicht von der Wärme zum Gerinnen gebracht wird, und überhaupt keinen Eyweifsstoff enthält.

Diese von Emmert b) und Werner c) gemachten Erfahrungen führen auf merkwürdige Resultate. Emmert beobachtete die gallertartige Beschaffenheit des Chymus an einem Pferde, also an einem pflanzenfressenden Thier, dessen Nahrungsmittel vorzüglich durch die darin enthaltenen

a) Berzelius in Gehlen's Journal f. d. Chemie u. Physik. B. 3. S. 1 ff.

b) Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 8. S. 176.

c) Exp. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. p. 15.

Digitized by Google

nen kleber- und stärkemehlartigen Bestandtheile nährend sind, aber keine Gallerte enthalten. Woher nun die gelatinöse Natur des Speisebrey in den obigen Beobachtungen?

Wir wissen aus dem zweyten Abschnitt des gegenwärtigen Buchs, wo von der vegetabilischen Ernährung die Rede war, dafs beym Keimen der Saamenkörner und Knollen das Stärkemehl in Schleim und Zucker zersetzt wird, und dafs umgekehrt im Stamm und den Zweigen der Schleim und Zucker wieder in Stärkemehl übergeht. Findet ein ähnlicher Procefs etwa bey der thierischen Verdauung statt?

Um hier zu sichern Resultaten zu gelangen, ist es nothwendig, das Verhalten des Eyweifsstoffs, als desjenigen Bestandtheils der thierischen sowohl, als vegetabilischen Körper, welcher vorzüglich nährend ist, und der, seiner Gerinnbarkeit wegen, bey der Verdauung am meisten verändert werden mufs, gegen seine Auflösungsmittel zu untersuchen. Ich habe eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt, und bin dabey auf das Resultat gekommen, dafs der Eyweifsstoff durch einen gewissen Grad von Säurung in Gallerte verwandelt wird; dafs die vereinigte Wirkung von Säuren und Alkalien denselben in den Zustand des Schleims versetzt, und dafs ein höherer Grad der Säurung, besonders

sonders von Metalloxyden, ihn als Faserstoff niederschlägt.

Schon Hatchett d) bemerkte, dafs Eyweifs nach langer Einweichung in verdünnter Salpetersäure sich in kochendem Wasser auflöst, und nach dem Abdampfen eine gallertartige Masse liefert, die eben so wie der Leim durch Gerbestoff niedergeschlagen wird. Ich erhielt zuerst eine gelatinöse Materie, als ich eine Auflösung des Eyweifs in concentrirtem Essig eine Stunde in Kochen erhielt, von Zeit zu Zeit statt des verdünsteten Essigs Wasser nachgofs, und endlich das niedergeschlagene Eyweifs durch Filtriren absonderte. Die Auflösung ging nach dem Erkalten in eine weifsliche Gallerte über, und wurde über dem Feuer wieder flüssig. Doch schlugen sich bey der Wiederholung des Kochens immer noch häutige Concremente nieder, die sich nicht wieder auflösten. Es bildete sich hier also eine der Gallerte zwar ähnliche, doch, wie die fortdauernde Präcipitation des Eyweifs bewies, noch nicht ganz gleiche Substanz. Eine wahre Gallerte entstand aber, als ich eine Mischung aus zwey Drachmen Eyweifs, einer halben Unze Phosphorsäure und einer Unze Wasser zwey Stunden in einer Wärme von 60° R. erhielt. Am Ende dieser Zeit hatte sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine weisse, feste

d) Philos. Transact. Y. 1800. P. 2. p. 327.

Digitized by Google

feste Haut gebildet, unter welcher alles eine wasserhelle, gleichförmige Auflösung war. Erkaltet ging die letztere in eine der Knochengallerte ganz gleiche Masse über, indem sie alles Wasser in sich aufnahm. Mit neu hinzugegossenem Wasser erwärmt, löste sie sich wieder auf, und mit wässrigem Galläpfelaufguſs vermischt, gab sie dasselbe flockenartige Präcipitat, das man aus Knochengallerte mit Gerbestoff erhält.

Läſst man Eyweiſs mit einer nicht zu starken Säure digeriren, und setzt dann ein Alkali hinzu, oder löst man umgekehrt Eyweiſs erst in einer alkalischen Lauge auf, und vermischt dann die Auflösung mit einer nicht zu starken Säure, so schlägt sich zwar ein Theil des aufgelösten Eyweiſs als ein festes Präcipitat nieder; aber ein Theil bleibt mit der Säure und dem Alkali vereinigt, und bildet eine schleimige Masse, die weder wie Gallerte beym Erkalten erstarrt, noch wie Eyweiſsstoff in der Hitze gerinnt, sich also wie thierischer Schleim verhält. In eine ähnliche Masse wird auch Gallerte durch den Einfluſs der Alkalien versetzt.

Ueber die Entstehung des Faserstoffs aus dem Eyweiſs werde ich unten, in der Lehre vom Blute, meine Beobachtungen mittheilen. Hier bemerke ich nur noch, daſs sich bey der Digestion des Eyweiſs mit Säuren immer eine häutige Substanz

tanz absondert, welche ganz die Eigenschaften es Faserstoffs hat.

Das Eyweifs löst sich also in Säuren auf, ıdem es sich dem Zustand der Gallerte nähert, ugleich aber einen geronnenen Theil als Faser-off zurückläfst. Dieser ist, wie aller Faserstoff, ur mit Hülfe der Wärme in concentrirten mine-ılischen Säuren, z. B. in Salpetersäure, und nicht ıders als mit gänzlicher Veränderung seiner Na-ır auflöslich. Er wird aber von ätzenden Al-ılien aufgenommen, und läfst sich daraus durch iuren wieder fällen.

Die Gallerte und der Schleim lösen sich so-ohl flüssig, als trocken in Säuren völlig auf, ıd zwar die Gallerte ohne in der Kälte ihre Na-r merklich zu verändern.

Eyweifsstoff, Gallerte, Schleim und Faserstoff ıd die gemeinschaftlichen und vorzüglich näh-nden Grundtheile aller thierischen Organe und .fte. Der Eyweifsstoff und der Schleim sind ch den Pflanzen eigen. Der vegetabilische Fa-rstoff scheint von dem animalischen dem We-n nach nicht verschieden zu seyn. Eigenthüm-h dem Thierreiche ist aber die Gallerte, wie s Stärkemehl und das Gummi dem Pflanzen-iche. Diese vegetabilischen Grundtheile werden loch, wie die Gallerte, von Säuren, Alkalien .d blofsem Wasser aufgelöst.

Wenden

Wenden wir diese Sätze auf den Verdauungsprocefs an, so folgt, dafs der Magensaft vermöge seiner Säure und seines Wassers von den angeführten nährenden Grundtheilen der Thiere und Pflanzen den Eyweifsstoff, die Gallerte, den Schleim, das Stärkemehl und das Gummi auflöst; dafs hingegen der Faserstoff für ihn unauflöslich ist, und dafs auch bey der Aufnahme des Eyweifsstoffs immer ein Niederschlag von Faserstoff erfolgt; endlich dafs jene auflöslichen Substanzen von dem gastrischen Saft als Schleim oder Gallerte aufgenommen werden. Es läfst sich zwar gegen diese Folgerung der Einwurf machen, dafs die Umwandlung des Eyweifsstoffs in Gallerte vermittelst chemischer Mittel nur bey einer Temperatur geschieht, die nicht bey der Verdauung statt findet. Allein wir haben schon oben (§. 7.) gesehen, dafs eine Hauptbedingung des Digestionsprocesses die ungestörte Einwirkung der Nervenkraft auf den Magen ist, und unten werden wir finden, dafs diese Einwirkung in vielen Fällen dem Einflufs einer hohen Temperatur ganz analog ist.

Ueber die Richtigkeit aller dieser Schlüsse können nur Erfahrungen entscheiden. Die oben erwähnten Resultate der Versuche von Emmert stimmen mit denselben schon überein. Ich habe Versuche an Hühnern gemacht, die ebenfalls derselben günstig sind. Von mehrern dieser Thiere, die

die in Käfigen gehalten wurden, liefs ich einige mit einer Mischung aus vegetabilischer und animalischer Kost, die übrigen blos mit Gerstenkörnern und Wasser füttern. Beyde bekamen dabey Sand und kleine Steine. Die erstern hatten den Tag vor ihrem Tode Gerstenkörner und Küchenabfall, welcher aus Milch, Fleischbrühe und Graupen bestand, erhalten. Bey der Untersuchung ihres Nahrungscanals fand ich den Inhalt desselben von folgender Art.

In dem Kropf war das Futter noch unverändert.

Der Vormagen enthielt Stücke geronnener Milch, aufgequollene Gerstenkörner und saure Molken.

In dem Knorpelmagen fand ich eine grofse Menge Sand und zerriebene Gerstenkörner.

Der dünne Darm war mit einem Brey angefüllt, der bis zu der Gegend, wo sich die Gallengänge in jenen öffnen, eine graue Farbe hatte.

Bis zu jener Stelle erstreckt sich bey den Hühnern das erste Stadium der Verdauung. Hier theile ich meine Beobachtungen nur so weit mit, als sie dieses betreffen. Die weitern Veränderungen des Chylus in den folgenden Theilen des Darmcanals werde ich in der Folge beschreiben.

Der Inhalt des Vormagens färbte Lackmuspapier röthlich, und verbreitete erwärmt einen star-

 ken

pelmagens hatte, wieder derselbe Geruch nach sauren Molken, den die Materien des Vormagens aushauchten. In der Kälte löste sich die erwähnte braune Wolke wieder auf; die Flüssigkeit bedeckte sich dabey mit einer Haut, gelatinirte aber nicht. Es war also auch hier keine Gallerte vorhanden. Jene Haut aber deutete auf Stärkemehl.

Die andere Hälfte b der vom Eyweifsstoff gereinigten Flüssigkeit B vermischte ich mit einer gleichen Menge ätzender Kalilauge, liefs die Mischung gelinde aufkochen, und setzte nach dem Erkalten geistigen Galläpfelaufgufs hinzu. Es entstand hierauf ein starkes, körniges, braunes Präcipitat. Dieses mufste von einer thierischen Substanz herrühren. Das ätzende Kali fället zwar auch den blofsen Gerbestoff aus seiner Auflösung. Aber dieser Niederschlag erscheint als eine braune oder gelbliche Wolke, nicht als eine körnige Materie. Ein ganz ähnliches Präcipitat erhielt ich dagegen, als ich eine durchgeseihete Auflösung von Nasenschleim in verdünnter Salpetersäure mit ätzendem Kali und Galläpfeltinktur vermischte. Der Gerbestoff scheint hier, verbunden mit thierischem Schleim, durch das Kali gefällt zu werden. Diese Versuche beweisen also, dafs ein Theil der Flüssigkeit des dünnen Darms aus thierischem Schleim bestand. Es frägt sich indefs, ob dieser Schleim verähnlichter Nahrungssaft, oder blos

Darm-

Digitized by Google

Darmschleim war? Dafs er zum Theil aus Darmschleim bestand, ist allerdings möglich. Dafs er aber nicht gröfstentheils von assimilirten Nahrungsmitteln herrührte, läfst sich kaum bezweifeln, da es sonst nicht einzusehen ist, was der eigentliche, zur Einsaugung bestimmte Nahrungssaft gewesen seyn sollte.

Die Resultate dieses Versuchs waren also folgende. Der Knorpelmagen enthielt weiter keine aufgelöste Substanz als Fleischextrakt, welches aber wohl nicht blos von der Fleischbrühe, womit die Hühner gefüttert waren, sondern auch von dem gastrischen Saft herrührte, da ich den Geruch desselben auch an dem Chymus von Thieren, die blos Pflanzennahrung erhalten hatten, bemerkt habe. Die Auflösung des Futters geht bey den Hühnern erst im Anfange des dünnen Darms vor sich. In diesem fanden sich an aufgelösten thierischen Substanzen Eyweifsstoff, Stärkemehl und thierischer Schleim. Der Eyweifsstoff war aber in zu geringer Quantität vorhanden, als dafs er bey der Ernährung von Wichtigkeit seyn konnte. Nur das Stärkemehl und der Schleim liefsen sich für aufgelöste und zur Verwandlung in Chymus vorbereitete Substanzen annehmen.

Bey einem der übrigen Hühner, die blos mit Gerstenkörnern und Wasser gefüttert waren, ent-

 hielt

Digitized by Google

hielt der Nahrungscanal bis zum Eintritt der Gallengänge folgende Materien.

Im Kropf fanden sich blos unveränderte Gerstenkörner. Der Vormagen enthielt einen weissen Saft ohne Futter. Der Knorpelmagen war mit zerriebenen Körnern, und der Zwölffingerdarm mit einem grauen Brey angefüllt.

Wie in dem vorigen Versuch zeigte auch hier blos der Saft des Vormagens eine Säure, und dieser verbreitete erwärmt einen scharfen Fleischgeruch. Die übrigen Materien des Nahrungscanals reagirten weder sauer, noch alkalisch.

Auf den Inhalt des Knorpelmagens gegossenes kaltes Wasser wurde weifs und undurchsichtig. Galläpfelaufgufs schlug aus demselben nichts nieder. Weingeist und Schwefeläther fällten eine geringe Menge Eyweifsstoff. Ich erhielt den Aufgufs eine Stunde in einer Wärme von 60 bis 70° R. und prüfte ihn dann von neuem mit Galläpfelaufgufs; es entstand Trübung, doch kein vollständiger Niederschlag. Ich gofs von neuem Wasser auf den unaufgelösten Rückstand, und brachte dieses zum Kochen. Jetzt entwickelte sich deutlich der Geruch des Stärkemehls. Zugleich wurde der untere Theil der Flüssigkeit klebrig, wie gekochte Stärke. Als der Aufgufs durchgeseibet und erkaltet war, hatte sich ein Bodensatz von kleinen weissen Körnern gebildet, die ganz das Ansehn

Digitized by Google

sehn des weissen Satzmehls (fecula) hatten. Der auf dem Filtrum gebliebene Rückstand war eine gelbliche, klebrige Materie, die sich in ätzendem Natrum selbst beym Kochen nicht ganz auflöste, und meist aus vegetabilischen Fasern zu bestehen schien.

Von der breyartigen Materie, womit der obere Theil des dünnen Darms angefüllt war, nahm kaltes Wasser so wenig auf, dafs kaum die Farbe desselben dadurch verändert wurde. Als der Aufgufs eine Stunde in einer Wärme von 60 bis 70° R. gestanden hatte, war ein Theil des Chymus aufgelöst worden. Nach dem Erkalten setzte sich wieder ein weisses Pulver ab, das sich wie weisses Satzmehl verhielt. Die durchgeseihete Abkochung gab mit Galläpfelaufgufs einen Niederschlag, welcher ebenfalls weisses Satzmehl enthielt. Weingeist schlug, selbst als die Mischung zum Kochen gebracht war, keinen Eyweifsstoff nieder. Galläpfelaufgufs und ätzendes Kali, welche zu dieser Mischung mit Weingeist gesetzt wurden, fällten blofsen Gerbestoff ohne Schleim. Der auf dem Filtrum gebliebene Rückstand wurde von ätzendem Kali aufgelöst, und durch Essigsäure wieder gefällt; der Niederschlag hatte das Ansehn des vegetabilischen Eyweifsstoffs.

In diesem Versuch, wo das Thier blos mit einer vegetabilischen Substanz gefüttert war, de-

pen und Insekten beobachtet g). Ich sahe sie unter andern beym Dytiscus marginalis L. und Scarabaeus nasicornis L. sehr lebhaft vor sich gehen. Bey den Krähen, Reihern und mehrern andern Vögeln, die zwar keinen so starken Magen wie die Hühner haben, bey welchen dieser Theil aber auch aus ziemlich starken Muskelfasern besteht, äussert derselbe seine Contraktilität dadurch, daſs schwache, von dünnem Bley verfertigte Röhren durch ihn eingedrückt, und selbst stärkere Röhren, die eine längere Zeit in ihm verweilen, an den Rändern eingebogen werden h). Bey lebendig geöffneten Amphibien und Säugthieren findet man den Magen zuweilen in Ruhe, oft aber auch in Bewegung. Eine Menge hierher gehöriger Beobachtungen enthalten WEPFER's Historia cicutae aquaticae, PEYER's Merycologie, HALLER's Elemente i) und SPALLANZANI's Werk über die Verdauung k). Bey den Fischen muſs jene Bewegung träger seyn, da sie bey diesen noch nicht beobachtet ist.

Die Zusammenziehung des Magens wechselt mit einer Ausdehnung desselben ab, und zwar zieht

g) HALLER l. c. §. 7. p. 270. — RAMDOHR's Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 28.

h) SPALLANZANI a. a. O. S. 54.

i) L. c.

k) S. 214. 216.

zieht er sich nicht in seinem ganzen Umfange, sondern stellenweise zusammen, so dafs bald ein Theil constringirt wird, indem ein anderer erschlafft, und bald der letztere sich wieder zusammenzieht, indem jener sich erweitert. Die zusammengezogenen Stellen werden dicker und runzlich. Der Magen ändert daher, wenn er in Bewegung ist, immer seine Gestalt, und hat dann oft ein gegliedertes Ansehn.

Im Allgemeinen ist daher die Bewegung eine wurmförmige. Sie geht bald von oben nach unten, bald wieder von unten nach oben. Dieser Wechsel von gerader und rückgängiger Bewegung scheint aber nur so lange statt zu finden, bis die Speisen durch den Magensaft aufgelöst sind. Bis dahin ist wahrscheinlich der untere Magenmund verschlossen. Sobald aber die Auflösung vor sich gegangen ist, öffnet sich dieser; die peristaltische Bewegung geht dann nach unten, und der Speisebrey wird in den Zwölffingerdarm ausgeleert.

Haller und mehrere andere Schriftsteller haben ausser der Zusammenziehung des Magens noch den Druck des Zwerchfells und der Bauchmuskeln als mitwirkend bey der Ausleerung der Speisen angenommen. Durch das Zwerchfell, sagt Haller, werden beym Einathmen alle in dem Bauchfell befindlichen Eingeweide, besonders der vordere Theil der Leber und der Magen, zusammen-

mengedrückt; die Bauchmuskeln, setzt er an einer andern Stelle hinzu, kann man als einen grofsen, an den Wirbelknochen befestigten, und vorne um das Bauchfell gelegten Gürtel betrachten, welcher bey seiner Zusammenziehung alle Baucheingeweide an den Rücken drückt und ausleert l). Diese Ursachen können aber im gesunden Zustande nicht von grofser Wichtigkeit seyn. Der Druck des Zwerchfells findet blos bey den Säugthieren statt. Zum Beweise der Wirkung dieses Theils auf den Magen führt zwar Haller eine Beobachtung von Wepfer aus Peyer's Merycologie (p. 275.) an, nach welcher aus einer Magenwunde eines Kalbes der Speisebrey auf weiter als einen Schritt hervorgesprützt wurde, und zwar nicht anhaltend, sondern nur von Zeit zu Zeit. Aus dem letztern Umstand schliefst Haller, dafs das Hervordringen nicht durch die Zusammenziehung des Magens, welche anhaltend wirke, sondern durch den Druck des Zwerchfells verursacht sey. Aber Wepfer sagt nirgends, dafs das Ausfliefsen des Speisesafts mit dem Einathmen in einer Beziehung gestanden habe. Auch ist es eine unrichtige Behauptung, dafs die Zusammenziehung des Magens anhaltend wirke.

Anders aber ist es beym Erbrechen, wo die Speisen auf einem ungewöhnlichen Wege ausgeleert

l) Haller l. c. §. 2. 3. p. 258. 259.

Digitized by Google

leert werden. Schon CHIRAC m) und FRANZ BAYLE n) bemerkten, daſs der Magen der Säugthiere sich hierbey leidend zu verhalten schiene, und die Resultate der Versuche MAGENDIE's o) stimmen mit dieser Beobachtung überein. Nach des letztern, von Commissarien des Französischen Instituts wiederholten, und richtig befundenen Erfahrungen bemerkt man bey Hunden, denen durch Brechmittel Brechen erregt ist, in der geöffneten Bauchhöhle keine Zusammenziehungen des Magens, wohl aber eine starke, von den Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln herrührende Pressung. Während der dem Erbrechen vorhergehenden Uebelkeit tritt immer Luft in den Magen. Wird derselbe aus der Oeffnung der Bauchdecken hervorgezogen, so daſs diese und das Zwerchfell nicht auf ihn wirken können, so erfolgt keine Ausleerung desselben, obgleich das Thier dieselben Anstrengungen wie beym Erbrechen macht. Diese Anstrengungen werden bey einem geöffneten Hund schon durch ein gelindes Ziehen des Schlundes erregt. Sie erfolgen sogar, wenn nach der völligen Exstirpation des Magens eine Auflösung von Brechweinstein in die Cruralvene gesprützt wird. Die Zusam-

m) Ephemer. Nat. Curios. Dec. 2. Ann. 4. 1686. Obs. 125.

n) De corpore animato. Tolos. 1700.

o) Mémoire sur le vomissement. Paris. 1815.

Bey einem Wolfe, dem die Wurzel des Eisenhütlein (radix napelli) gegeben war, zog sich der Magen abwechselnd bald am Pylorus, bald in der Mitte zusammen r).

Ein ähnlicher Wechsel von Zusammenziehungen fand bey einer Katze statt, die Jalappe erhalten hatte s).

Bey einer Wölfin, die den Saft des Schierlings bekommen hatte, fand Wepfer am obern Theile des Magens, anderthalb Zoll weit von der Cardia, eine so anhaltende Zusammenziehung, dafs der Magen wie aus zwey Theilen bestehend aussahe t).

Die merkwürdigste unter Wepfer's Beobachtungen ist aber die, welche er an einer mit der Wurzel des Eisenhütlein vergifteten Katze machte. Hier war der Magen sehr ausgedehnt. Wepfer schnitt ihn ganz heraus. Es erfolgte in demselben eine wurmförmige Bewegung. Dann zog sich das obere Magen-Ende so fest zusammen, dafs auch nicht ein Tropfen herausdringen konnte. Nun erfolgte eine Zusammenziehung der Mitte des Magens, und von dieser ging eine langsame Bewegung nach dem Pylorus hin. Der letztere richtete sich auf, und es drang eine helle, theils schau-

r) Wepfer hist. cicutae aquat. p. 179.

s) Ibid. p. 221.

t) Ibid.

Digitized by Google

schaumige, theils zähe Flüssigkeit, zuweilen allmählig, zuweilen stoſsweise daraus hervor. Jetzt zog sich der Pylorus zusammen; der Magen schwoll wieder an; es erfolgte von neuem in der Mitte desselben eine Zusammenziehung, und von neuem ein Hervordringen von Flüssigkeit aus seinem untern Ende. Diese abwechselnde Zusammenziehung und Erweiterung hielt sieben bis acht Minuten an, und das obere Magen-Ende blieb dabey immer verschlossen v).

Wepfer wendet diese Beobachtungen auf die Erklärung der Thatsache an, daſs beym Erbrechen nicht immer alle genossene Speisen ausgeleert werden, und führt das Beyspiel eines Mönchs an, der, wenn er fette Sachen genossen hatte, bald nach der Mahlzeit Erbrechen bekam, wobey blos das Fett, welches als die leichtere Flüssigkeit die obere Höhlung des Magens einnahm, ausgebrochen wurde w).

Auch Haller x) fand häufig eine Zusammenziehung in der Mitte des Magens. Indeſs blieben diese Beobachtungen immer unbeachtet. Erst Home y) erkannte die Wichtigkeit derselben, verfolgte sie weiter, und zeigte, daſs jene Verengerung

v) Ibid. p. 177.

w) Ibid. p. 187.

x) L. c. §. 5. p. 263. §. 12. p. 282.

y) Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 139.

Weg, sondern gelangt unmittelbar in den dritten Magen. Dieser steht durch eine Rinne, die sich nach Beschaffenheit der Umstände entweder schliefst, indem sich ihre Seitenränder an einander legen, oder öffnet, indem sich dieselben von einander entfernen, unmittelbar mit dem Schlunde in Verbindung, und der letztere öffnet sich unten an derselben Stelle, wo die drey ersten Magen in einander übergehen. So tritt das Futter, wenn die Ränder jenes Canals offen sind, in den ersten Magen, und dieses Offenstehen findet beym Verschlucken der rohen Speise statt; der Zugang zu den beyden ersten Magen ist hingegen versperrt, und das wiedergekäuete Futter wird gerades Weges zum dritten Magen gebracht, wenn jene Ränder geschlossen sind. Durch den erwähnten Canal gehen, wie Camper glaubte, auch alle Flüssigkeiten in den dritten Magen, ohne den ersten und zweyten zu berühren. Es läfst sich indefs nicht läugnen, dafs diese Meinung keinesweges bewiesen ist. Unter andern steht ihr der Umstand entgegen, dafs auch das Faulthier, welches doch nicht wiederkäuet, jene Rinne besitzt d).

Im dritten Magen mufs eine Zersetzung der Speise vorgehn, indem eine grofse Menge Luft in

d) Vink's Vorlesungen über das Wiederkäuen des Rindviehs. A. d. Holländ. übers. Leipzig. 1779. — Wiedemann in dessen Archiv für Zoologie u. Zootomie. B. 1. St. 1. S. 149.

Digitized by Google

in demselben entbunden, und jene hier in eine homogene Masse verwandelt wird. Der eigentliche Verdauungsprocefs geht jedoch erst im vierten Magen vor sich, wo zahlreiche Drüsen ihren Saft auf den Speisebrey, der im dritten Magen noch wenig Flüssigkeit hatte, ergiefsen.

Das Wiederkäuen scheint blos bey den Thieren der Rinderfamilie eine beständige Funktion zu seyn. Man hat zwar noch bey andern Thieren, und sogar bey manchen Insekten, besonders den Heuschrecken, eine Rumination angenommen, aber gewifs mit Unrecht. Die Zähne dieser Insekten dienen gar nicht, wie es beym Wiederkäuen seyn müfste, zum Zerreiben, sondern blos zum Zerschneiden der Speise. Das Zerreiben der letztern geschieht erst in dem knorpelartigen Magen jener Thiere. Manche geben zwar, wenn sie geängstigt werden, das genossene Futter wieder von sich. Dies thun aber, wie schon RAMDOHR e) erinnert hat, auch Insekten, bey welchen man auf keinen Fall ein Wiederkäuen annehmen kann.

Indefs giebt es ausser der Rinderfamilie noch Thiere, die zwar nicht beständig, doch zu gewissen Zeiten wiederkäuen. Zu diesen gehört der Hase, das Kaninchen und der Känguruh. Der letztere

e) Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 18.

letztere scheint nur wiederzukäuen, wenn er hartes Futter bekommen hat. Die übrigen Säugthiere ruminiren nicht. In Hinsicht auf die Struktur des Magens schliefsen sich aber an den Hasen und das Kaninchen die übrigen Nagethiere und mehrere Fledermäuse, so wie an den Känguruh die Familie der Schweine, die der Wallfische und das Faulthier zunächst an. Der Magen des Hasen und Kaninchen besteht aus zwey Abtheilungen, und so auch der der meisten übrigen Nagethiere und verschiedener Fledermäuse. Bey dem Känguruh giebt es einen Magen, der bey gewissen Veranlassungen in eine gröfsere Menge Abtheilungen, als irgend ein anderer, geschieden ist. Jede dieser Abtheilungen gleicht einem Darmstück. Er hat dabey zwey blinde Anhänge an der obern Magenöffnung. Durch ähnliche Säcke an der Cardia zeichnen sich die meisten schweineartigen Thiere, durch einen vielfachen Magen aber die Wallfische und das Faulthier aus f).

Unter den Vögeln haben die körnerfressenden Arten in Betreff der Verdauung eine grofse Aehnlichkeit mit den Wiederkäuern. Wie bey den letztern das Futter unzermalmt in den ersten und zweyten Magen kömmt, und erst, nachdem es in diesen Behältern erweicht ist, gekäuet, mit Speichel vermischt, und den beyden letzten Magen zur

f) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 3. p. 390.

ır Verwandlung in Speisebrey zugeführt wird, gelangt auch bey jenen Vögeln die Speise unrmalmt in den Kropf; dieser wirkt eben so f dieselbe, wie die beyden ersten Magen der ıder; der knorpelartige Magen aber thut das hmliche, was bey den Wiederkäuern die Bakızähne verrichten g).

Bey den übrigen Vögeln, und noch mehr bey ı Amphibien und Fischen, ist der Magen weit facher, als bey den Säugthieren. Bey vielen chen läſst sich gar keine Gränze zwischen dieı Organ und dem übrigen Nahrungscanal anen. Von sehr verwickeltem Bau ist hingegen Magen bey den meisten Insekten. Viele kommen ler Struktur desselben mit den körnerfressenden ;eln überein. Dies ist der Fall mit den sämmten Arten der Heuschreckenfamilie (Orthoptera v.) und mit vielen Käfern, z. B. Carabus, iscus, Curculio, Tenebrio. Es giebt hier eiweiten Kropf, der beym Dytiscus marginalis auf seiner innern Fläche mit deutlichen Drübesetzt ist, und einen kleinen schwielenartiMagen, in welchem sich Zähne, hornartige ter, Borsten oder Haarbüschel befinden h).

Viele

Spallanzani a. a. O. S. 146. — Home, Philos. Transact. Y. 1810. P. 2.

Vergl. §. 5. dieses Kap.

Viele andere Insekten haben mehrere Magen, die zum Theil von einer Gestalt sind, wovon es bey den übrigen Thieren nichts Aehnliches giebt. In dieser Rücksicht zeichnen sich vorzüglich die wanzenartigen Insekten (Ryngota FABR.) aus. Indefs hält es schwer, zu bestimmen, wo bey diesen Thieren der Anfang und das Ende des Magens ist. RAMDOHR i) nimmt die Stelle, wo sich die Gallengefäfse in den Nahrungscanal öffnen, für das Ende des Magens an. Allein diese Gefäfse inseriren sich bey mehrern Geschlechtern, z. B. den Wanzen und Spinnen, so nahe am After, dafs hier, bey RAMDOHR's Eintheilung, fast der ganze Nahrungscanal ein Magen seyn und beynahe gar kein Darm übrig bleiben würde.

Es läfst sich, dieser Ungewifsheit halber, die Untersuchung der Funktionen des *Magens* bey den Insekten, und überhaupt bey den Thieren der niedern Classen, von der Betrachtung der Verrichtungen des Darmcanals nicht wohl trennen. Doch ist, wenn man die Reihe der sämmtlichen Thiere in Hinsicht auf die verschiedene Bildung des Magens durchgeht, und auch die Gränzen des letztern unbestimmt läfst, so viel einleuchtend, dafs zwar die Struktur dieses Organs in einer gewissen Beziehung mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel steht, dafs diese Regel aber sehr viele

i) A. a. O. S. 7.

Digitized by Google

viele Ausnahmen hat, und daſs sich aus der Gleichheit der Nahrungsmittel keinesweges auf einerley Bildung des Magens schlieſsen läſst.

Fleischspeisen sind im Allgemeinen verdaulicher als vegetabilische Nahrungsmittel. Von zwey Hühnern, wovon das eine mit Gerste, das andere mit Fleisch gefüttert wurde, behielt jenes das Futter immer sechszehn bis zwanzig Stunden, dieses nur acht bis zehn Stunden im Kropfe, obgleich dieses jedesmal doppelt so viel als das erstere fraſs k). Die fleischfressenden Thiere haben daher einen einfachern Magen, als die kräuterfressenden Arten. Aber unter den vegetabilischen Substanzen sind auch einige leichter, andere schwerer verdaulich. Zu jenen gehören die Baumfrüchte, zu diesen die Gräser. Von jenen nähren sich unter andern das Eichhorn und die Meerkatzen. Diese haben daher einen Magen, der sich an Einfachheit dem der fleischfressenden Thiere nähert l). Die Gräser hingegen sind ganz unverdaulich schon für den Menschen, und noch mehr für die rein fleischfressenden Thiere. Bey den Wiederkäuern, deren Hauptnahrungsmittel Gräser sind, giebt es daher Verdauungsorgane von sehr zusammengesetztem Bau.

Allein

k) Neergard's vergl. Anat. u. Physiol. der Verdauungswerkz. der Säugth. u. Vögel. S. 167.

l) Home, Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 170.

Digitized by Google

Allein das Pferd ist ebenfalls grasfressend, und hat doch einen sehr einfachen Magen. Die Wallfische hingegen, fleischfressende Thiere, haben einen sehr zusammengesetzten Magen. Aehnliche Ausnahmen von der obigen Regel kommen vorzüglich bey den Insekten vor, wie schon RAMDOHR m) bemerkt hat. Hier hat die Bildung sowohl des Magens, als des Nahrungscanals überhaupt, auf die Beschaffenheit der Nahrungsmittel sehr wenig Beziehung.

Die Nahrungsweise ist es daher keinesweges allein, welche die Bildung des Magens bestimmt. Die ganze übrige Organisation hat auf diese Einflufs. In einiger Beziehung steht dieselbe mit der Beschaffenheit der Zähne. So haben alle wiederkäuende Thiere mit Hörnern einerley Struktur des Magens, so wie alle mit Hauzähnen versehene Säugthiere. Doch giebt es auch hiervon Ausnahmen. Das Faulthier hat einen ähnlichen Magen, aber ein ganz anderes Gebifs, wie die Wiederkäuer n). Mehr Beziehung als mit irgend einem andern Organ scheint mir der Magen mit den Organen der willkührlichen Bewegung zu haben. Unter den Säugthieren haben alle, die mit Händen versehen sind, einerley Magen; ferner alle, deren Huf gespalten ist, und auch alle einhufige

Arten.

m) A. a. O. S. 41.

n) HOME a. a. O. p. 169.

Digitized by Google

Arten. Unter den Insekten findet, wie wir im ersten Bande der Biologie (S. 363.) gesehen haben, die Regel statt, daſs die Länge des Nahrungscanals im umgekehrten, die Weite desselben im geraden Verhältniſs mit der Zahl der Gelenke steht. Die Raupen und die Asseln (Oniscus), zwey sehr verschiedene Insektenarten, die aber in der Bildung der Bewegungsorgane einander verwandt sind, stehen sich daher in der Struktur des Magens ziemlich nahe. Allein auch diese Beziehung wird durch andere Umstände modifizirt. Die Spinnen und die Phalangien, die sich in der Form der Bewegungsorgane sehr nähern, sind in der Gestalt des Nahrungscanals so weit wie möglich von einander entfernt.

Aus allem diesem folgt, daſs es Formen des Magens giebt, die keinesweges eine Beziehung auf die Verdauung haben, sondern welche Resultate der Sympathie oder des Antagonismus sind, worin der Nahrungscanal mit dem übrigen Organismus steht. Bey manchen Thieren lassen sich die Zwecke dieser Formen mit ziemlicher Gewiſsheit angeben. So zerästeln sich auf der innern Fläche des Nahrungscanals beym Cobitis fossilis ungewöhnlich viele Arterien und Venen. Aber hier dient jener Canal zugleich als Respirationsorgan, und vorzüglich als solches ist er so reich an Blutgefäſsen. So giebt es bey den Schmetter-

lingen

lingen und den zweyflügligen Insekten einen häutigen Sack, welcher sich in den Schlund öffnet und ein Speisesack zu seyn scheint o), der aber in der That ein Saugwerkzeug ist p). Solcher Bildungen sind vielleicht noch viele andere vorhanden.

Alle Formen des Magens aber, die sich auf die Verdauung beziehen, haben wahrscheinlich einen doppelten Nutzen, einen mechanischen, oder einen chemischen. Der mechanische ist, die Speise zu zerreiben und inniger zu mengen, oder sie zurückzuhalten, um sie dem Einfluſs des Magensafts desto länger auszusetzen; der chemische, ihr eigene auflösende Säfte beyzumischen. Zum Zerreiben der Speisen dienen alle Arten von Magen, die cartilaginös, schwielenartig, oder mit Zähnen bewaffnet sind. Auf die innige Vermischung der Speisen zweckt vielleicht die an dem Magen der Raupen befindliche Struktur ab, welche in zwey längslaufenden, starken Sehnen besteht, die durch viele queerlaufende Sehnen mit einander verbunden sind. Das Zurückhalten der Speisen scheint die Bestimmung aller Verengerungen des Magens, besonders der blinden Seitenbehälter zu seyn, womit derselbe bey dem Känguruh, den schweineartigen Thieren, und mehrern Insek-

o) So nennt ihn auch Ramdohr (a. a. O. S. 11.).

p) Vergl. §.5. dieses Kap.

Insekten, vorzüglich den Phalangien, versehen ist. Endlich ein Beyspiel von einer Bildung des Magens, die ohne Zweifel den erwähnten chemischen Zweck hat, finden wir unter andern beym Bieber. Dieser hat neben der obern Magenöffnung eine grofse Drüse, welche einen schleimigen Saft absondert q). Der eigentliche Magensaft wird durch die Schlagadern des Magens secernirt. Jener mufs also von diesem verschieden seyn.

§. 11.

Ausleerung des Magens.

Bey den meisten Thieren geht im gesunden Zustande alle in dem Magen aufgenommene Speise durch den Pylorus zum Zwölffingerdarm, und nur in Krankheiten wird ein Theil derselben durch Erbrechen ausgeleert. Einige Thiere aber giebt es, bey welchen das Erbrechen eine regelmäfsige Funktion ist. Hierher gehören die Reiher, Adler, Falken und Krähen, mehrere Fische, z. B. die Karpfen, Barben und Hechte, und unter den Insekten die Bienen. Jene Vögel brechen alles wieder aus, was sie nicht verdauen können, besonders die Federn und Haare der verschluckten Thiere. Bey den Adlern und Falken erfolgt diese Ausleerung alle vier und zwanzig Stunden nur

Ein

q) Home a. a. O. p. 147.

ein, wie WALÄUS durch Vivisektionen hat ausmachen können, daſs die Verdauung am Tage schneller als in der Nacht vor sich geht. Doch das Hauptresultat jener Beobachtungen, daſs der Magen das Vermögen besitzt, die schwerer verdauliche Speise zurück zu halten, indem er die leichter verdauliche, schon aufgelöste, dem Darmcanal übergiebt, läſst sich nicht in Zweifel ziehen, da mit dieser sowohl andere ältere, schon von HALLER w) gesammelte Erfahrungen, als die Versuche von GOSSE übereinstimmen. GOSSE besaſs das Vermögen, sich durch verschluckte Luft Erbrechen zu erregen. Indem er dieses Mittel einige male nach dem Mittagsessen anwandte, erhielt er folgende Resultate. Eine halbe Stunde nach der Mahlzeit war das Essen fast noch ohne alle Veränderung; es hatte noch den vorigen Geschmack, beynahe noch das vorige Gewicht, und nur eine geringe Zumischung von Magensaft. Ein ähnliches Essen, nach einer Stunde ausgebrochen, war in Brey verwandelt, und mit einer groſsen Menge Magensaft vermischt. Der Geschmack aber hatte sich noch wenig verändert. Zwey Stunden nach einer ähnlichen Mahlzeit waren die Nahrungsmittel ganz in dem nehmlichen Zustande, wie in dem vorigen Versuch. Aber es wurde jetzt nur die Hälfte des Genossenen ausgebrochen x).

§. 12.

w) L. c. §. 11. p. 279.

x) SPALLANZANI a. a. O. S. 396 ff.

§. 12.

Uebergang der flüssigen Nahrungsmittel aus dem Magen in die Masse der Säfte.

Es giebt einige Thiere der niedern Classen, bey welchen die Verdauung noch einige Zeit fortdauert, nachdem die Bauchhöhle geöffnet und der Nahrungscanal entblöfst worden ist, und andere, deren Körper so durchsichtig ist, dafs sich die Veränderungen, die in den Digestionsorganen bey der Verdauung vorgehen, beobachten lassen. Zu jenen gehören die Insekten; dieses ist unter andern bey dem Argulus foliaceus Jur. der Fall. Um noch weitere Aufklärungen über den Procefs der Verdauung zu erhalten, wird es zweckmäfsig seyn, die Erscheinungen, die sich bey jenen Thieren während der Digestion zeigen, in Erwägung zu ziehen.

Bey Insekten, die man lebendig unter Wasser geöffnet hat, dauern oft in der äussern muskulösen Magenhaut ringförmige Zusammenziehungen noch eine Zeit lang fort, und durchlaufen den Magen von vorne nach hinten. Zwischen der äussern und innern Haut zeigt sich dann der durch die innere Haut durchschwitzende Chylus als eine bräunliche Feuchtigkeit y). — Bey dem Argu-

y) Ramdohr im Mag. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 1. Quart. 3. S. 212. — Ebendesselben Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 28.

Digitized by Google

Argulus foliaceus, der schon oben z) erwähnten Art von Kiemenfüſslern, die parasitisch auf mehrern Fischen lebt, und sich durch einen Saugrüssel nährt, sahe Jurine a) die Verdauung auf folgende Art vor sich gehen. Die im Magen und dessen ästigen Anhängen befindliche Nahrungsmaterie wurde unaufhörlich durch eine peristaltische Bewegung hin und her getrieben. Der in den Anhängen enthaltene Chylus verschwand dabey plötzlich, floſs dann wieder in den Magen zurück, und kam nachher in jenen ästigen Theilen von neuem zum Vorschein. So ging hier die Verdauung der Speise und die Absonderung der nährenden Theile in dem Magen vor sich. Der auszuleerende Theil der Nahrungsmittel gelangte aus dem Magen gerades Weges zum Blinddarm, verweilte hier, indem er eine dunklere Farbe annahm, und gelangte dann stückweise *in den Mast*darm, woraus er excernirt wurde.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daſs bey den Thieren der niedern Classen schon im Magen ein Theil der verdauten Nahrungsmittel unmittelbar in die Masse der Säfte übergeht, ohne durch den Darmcanal geführt zu werden. Es läſst sich also fragen: Ob auch bey den Thieren der höhern Classen ein ähnlicher Uebergang statt findet? Man hat

z) S. 244.

a) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. VII. p. 439.

Digitized by Google

um so mehr Grund, diese Frage aufzuwerfen, es nicht unwahrscheinlich ist, dafs Flüssig-en, besonders reines Wasser, welches zu-h mit fester Speise in den Magen gelangt keiner so weitläuftigen Vorbereitung als die ere bedarf, um dem Blute zugemischt zu len.

Es ist auffallend, dafs kein älterer Physio-die Frage, wie Flüssigkeiten und feste Sub-en, die zu gleicher Zeit in den Magen auf-mmen sind, assimilirt werden können, ohne der bey der Verdauung hinderlich zu seyn? Untersuchung gewürdigt hat. Man kannte n lange die Thatsache, dafs oft in der Mitte Magens eine anhaltende Zusammenziehung findet; man wufste, dafs bey dem Bieber ine Zelle des Magens Flüssigkeit, die andere Speise enthält b). So nahe indefs die An-ung dieser Beobachtungen auf die Beantwor-der obigen Frage lag, so blieben dieselben immer unbeachtet. Home hat das Verdienst, uerst gewürdigt, weiter verfolgt, und zur sung des obigen Problems benutzt zu haben.

Nach Home's Versuchen c) sind die genosse-Flüssigkeiten vorzüglich in der Cardiacal-Ab-theilung

Haller l. c. §. 5. p. 263. §. 12. p. 282.
Philos. Transact. Y. 1808. p. 45. 133.

Digitized by Google

theilung des Magens enthalten; die Speise ist gewöhnlich von gleichförmiger Consistenz, wenn sie sich in der pylorischen Abtheilung befindet; die Flüssigkeiten (diejenigen ausgenommen, welche die Verdauung bewirken) scheinen aus dem Magen gebracht zu werden, ohne bis zum Pylorus zu gelangen, und bey diesem Vorgang scheint die Milz eine Rolle zu spielen.

Die Versuche, die dieses Resultat geben, wurden an Hunden, Eseln und Pferden gemacht. Zwey Hunden wurde, nachdem ihnen der Pylorus unterbunden war, eine abgewogene Quantität Flüssigkeit durch den Mund in den Magen gesprützt. Einige Zeit nachher wurden die Thiere getödtet. Bey dem einen Hund fand man den pylorischen Theil des Magens leer und zusammengezogen; die Cardiacal-Abtheilung enthielt ohngefähr 2 Unzen fester Substanz, die in einer gallertartige Materie eingehüllt war, und Eine Unze Wasser. Von fünf Unzen Wasser, welche man diesem Hunde eingesprützt hatte, waren zwey wieder ausgebrochen worden; Eine war noch im Magen übrig; zwey mufsten also durch die Wände des Magens einen Ausweg gefunden haben. Bey dem andern Hund befanden sich in der pylorischen Abtheilung des Magens zwey Unzen halb verdaueter Speise, aber keine Flüssigkeiten. In der Cardiacal-Abtheilung waren vier Unzen

Digitized by Google

Unzen Flüssigkeit und eine halbe Unze fester Speise enthalten. Bey beyden Thieren war die Milz sehr angeschwollen, und beym Hineinschneiden fanden sich die Zellen derselben allenthalben mit einer wässrigen Flüssigkeit angefüllt. Die lymphatischen Gefäſse der äussern Fläche des Magens aber waren ganz saftleer. Einem dritten Hunde, dessen Pylorus unterbunden war, wurde eine Mixtur von Rhabarbertinktur und Wasser in den Schlund gesprützt. Vorher hatte sich Home überzeugt, daſs sich die Gegenwart der Rhabarbertinktur in thierischen Flüssigkeiten durch den Zusatz von ätzendem Alkali entdecken lieſs. Auch bey diesem Thier fand sich die Milz sehr angeschwollen. Der Zusatz des ätzenden Alkali zu dem Saft derselben und zum Urin brachte in beyden die Rhabarberfarbe hervor. Hingegen bewirkte dasselbe keine Veränderung in dem Saft der Leber.

Sehr breit, angeschwollen, und mit Flüssigkeit angefüllt, fand sich auch die Milz bey Eseln und Pferden, denen ebenfalls eine Mischung von Rhabarbertinktur und Wasser eingegeben war, welchen man aber nicht den Pylorus unterbunden hatte. Die lymphatischen Gefäſse, die zwischen der Milz und dem Magen liegen, waren auch hier unangeschwollen. Nach dem Zusatz des ätzenden Alkali erhielt der Urin, die Flüssigkeit der Milz,

Digitized by Google

und das Blutwasseer die Rhabarberfarbe, doch in verschiedenem Grade. Am tiefsten wurde der Urin gefärbt; dann folgte die Flüssigkeit der Milz und das Serum der Milzvene; die schwächste Färbung bekam das Serum des linken Herzohrs.

Ganz anders verhielt sich die Milz bey zwey Eseln, die, nachdem sie in vier Tagen kein Wasser und in zwey Tagen kein Futter erhalten hatten, eine Unze Rhabarberpulver bekamen. Bey diesen war jenes Organ nur halb so grofs, als in den vorigen Versuchen. Die Zellen desselben waren so klein, dafs es eines Vergröfserungsglases bedurfte, um sie wahrzunehmen. Der Magen enthielt eine gallertartige, mit Rhabarber vermischte Materie. Die dünnen Därme waren leer. Aber im Blinddarm und Colon befanden sich mehrere Quartiere einer Flüssigkeit, die stark mit Rhabarber angefüllt war. Die am Rande des Colons liegenden lymphatischen Gefäfse und Drüsen waren von ausgezeichneter Gröfse. Der Urin enthielt Rhabarber; aber die Flüssigkeit der Milz und das Blutwasser zeigten wenig oder gar keine Spuren von dieser Substanz.

Auf die Folgerungen, die sich aus diesen Versuchen in Beziehung auf die Funktion der Milz, des Colons und Blinddarms ergeben, werden wir unten zurückkommen. Hier machen wir nur auf das Resultat aufmerksam, dafs wässrige, in

dem

dem Magen befindliche Materien in die Masse der Säfte übergehen, ohne zum Darmcanal zu gelangen, und dafs dieser Uebergang nicht durch die absorbirenden Gefäfse des Magens geschieht.

§. 13.

Der pankreatische Saft.

Nachdem der Speisebrey durch die untere Magenöffnung in den Zwölffingerdarm gelangt ist, wirken drey neue chemische Agentien auf ihn ein, der pankreatische Saft, die Galle und der enterische Saft. Wir werden zuerst den pankreatischen Saft und dessen Quelle untersuchen.

In der linken Biegung des Zwölffingerdarms, hinter dem Magen, zum Theil bedeckt von den beyden Blättern des Gekröses, liegt beym Menschen die Bauchspeicheldrüse (Pancreas), die gröfste unter den zusammengesetzten Drüsen, und die Quelle eines eigenen, bey der Verdauung wirksamen Safts. Aehnlich den Speicheldrüsen in ihrem Bau besteht sie aus sehr kleinen, durch die feinsten Aeste der Bauchspeicheldrüsen- und Zwölffingerdarm-Arterie, so wie der Gekrös- und Milzvene, durch Saugadern und durch die Wurzeln ihres Ausführungsgangs gebildeten Verflechtungen von Gefäfsen, die durch ein Zellgewebe, in welchem sich wahrscheinlich eine eigene Substanz

 befin-

befindet, unter einander verbunden, erst körnerartige Massen, dann gröfsere Stücke, und endlich Lappen ausmachen. Die Wurzeln des Ausführungsgangs vereinigen sich zu gröfsern Zweigen, und diese endlich zu einem einzigen Stamm, der sich nicht weit vom Pylorus, gewöhnlich durch eine gemeinschaftliche Mündung mit dem Gallengang, zuweilen aber auch abgesondert von diesem, in den Zwölffingerdarm öffnet.

Alle Säugthiere, Vögel und Amphibien besitzen diese Drüse, und es giebt bey ihnen keine wesentliche Verschiedenheiten derselben. Die meisten Abweichungen finden wir unter diesen Thieren bey den Vögeln, deren Pankreas mehrere Ausführungsgänge hat, welche abgesondert von dem Gallengang in den Zwölffingerdarm übergehen d). Allein da auch bey dem Menschen der pankreatische Gang zuweilen doppelt ist, und die Oeffnung desselben bald dem Pylorus sehr nahe, bald ziemlich weit von demselben entfernt liegt, so kann diese Mehrheit der Ausführungsgänge nichts Erhebliches seyn.

Wichtigere Abweichungen zeigen sich bey den Fischen. Bey den Hayen und Rochen finden wir das Pankreas in ähnlicher Gestalt, wie bey den höhern Thierclassen wieder. Aber der Hecht, der

Karpfe

d) Haller El. Phys. T. VI. L. 22. §. 1. p. 427. — Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 47.

Digitized by Google

Karpfe und mehrere andere Fische haben an der Stelle, wo bey den übrigen Thieren das Pankreas mit dem Darm in Verbindung steht, auf der innern Fläche des letztern eine drüsenartige Masse; und noch andere, z. B. die Quappe, besitzen an dieser Stelle die schon im ersten Bande der Biologie (S. 282.) erwähnten pylorischen Anhänge e). Der Stöhr hat eine Bauchspeicheldrüse, die von aussen dem Pankreas der Rochen gleicht, inwendig aber aus kleinen Blinddärmen zu bestehen scheint, und in einem zur Auspressung des Safts dienenden Muskel eingeschlossen ist f).

Eben diese Anhänge giebt es bey der Blatta und bey vielen Käfern (Dytiscus, Carabus, Cicindela, Staphylinus, Tenebrio, Sylpha, Nicrophorus, Hister, Attelabus) g). Hingegen bey den Mollusken ist nichts vorhanden, was sich mit dem Pankreas vergleichen liefse.

Die Menge des Safts, den diese Drüse absondert, ist sehr beträchtlich. In der Farbe und dem Geschmack kömmt er mit dem Speichel überein. In

e) Swammerdamm in Obs. anat. collegii privati Amstelod. P. 2. — Cuvier a. a. O. p. 50. 56.

f) Monro über den Bau u. die Physiol. der Fische, S. 22.

g) Ramdohr's Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 20.

das andere für eine Speicheldrüse. Doch ist dies blos Vermuthung. Keine den Speicheldrüsen analoge Organe aber giebt es bey der Salpa r), der Phasianella LAM. s), der Thetis leporina t) und den sämmtlichen Mollusken der Austernfamilie v).

Bey den Crustaceen sind noch keine Speichelgefäſse entdeckt worden.

Von den mit Kinnladen versehenen Insekten habe ich im 1sten Bande der Biologie (S. 361.) bemerkt, daſs sie zu beyden Seiten der Speiseröhre zwey lange, gewundene Speichelgefäſse hätten. Dies bedarf aber einer Einschränkung. Man kann sich zwar auf die Angaben mancher Schriftsteller in Betreff der Gegenwart oder Abwesenheit jener Organe nicht immer verlassen, da diese Theile bey manchen Insekten leicht zu übersehen, oder mit andern zu verwechseln sind. Doch scheinen, nach RAMDOHR's w), POSSELT's x) und meinen

r) CUVIER ebendas. T. III. p. 360.

s) Ebend. T. XI. p. 130.

t) J. F. MECKEL's Beytr. zur vergl. Anatomie. B. 1. H. 1. S. 9.

v) POLI Testacea utriusque Siliciae.

w) Abhandl. über die Verdauungswerkzeuge der Insekten.

x) Beytr. zur Anat. der Insekten. — Ejusd. diss. sist. tentam. circa anat. forficulae auricularíae L. Jenae. 1800.

meinen eigenen Untersuchungen, folgende Insekten Speichelgefäſse zu besitzen:

Alle Schmetterlinge.

Die meisten Arten der Mückenfamilie (Diptera L.), ausgenommen, nach RAMDOHR y), die Hippobosca ovina.

Die Bienen z).

Die meisten wanzenartigen Insekten (Ryngota FABR.). Ausnahmen sind, nach RAMDOHR a), Cimex lacustris, Notonecta glauca, Chermes alni und Cicada spermaria.

In der Heuschrecken-Familie (Orthoptera OLIV.) die Blatta, bey welcher zwar RAMDOHR keiner Speichelgefäſse erwähnt, die aber nach meinen Zergliederungen allerdings damit versehen ist.

In der Ordnung der Libellen (Neuroptera L.) Hemerobius Perla.

Unter den Käfern Curculio lapathi.

Unter den flügellosen Insekten Aranea, Oniscus, Julus, Pulex. Beym Oniscus Asellus habe ich zu beyden Seiten des Schlundes sechs häutige Schläuche gefunden, welche die Speichel-

y) A. a. O. S. 185.

z) RAMDOHR in GERMAR's Magazin der Entomologie, Jahrg. 1. H. 1. S. 135.

a) Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 194 ff.

chelgefäſse sind. Ramdohr b) hat bey diesem Thier für Speichelgefäſse angesehen, was ohne Zweifel der Fettkörper ist.

Die Speichelgefäſse fehlen hingegen folgenden Insekten:

Allen Raupen, ausgenommen den Weidenbohrer.

In der Heuschrecken-Familie den Linneischen Geschlechtern Gryllus und Forficula.

Den meisten Libellen und Käfern.

Unter den flügellosen Insekten dem Skorpion, der Afterspinne (Phalangium), dem Zuckerthier (Lepisma) und der Laus.

In der Classe der Würmer findet sich eine Art von speichelabsondernden Organen bey der Terebella cylindracea c), so wie unter den Zoophyten bey der Holothuria tubulosa Gmel. d). Allein die meisten Würmer und Thierpflanzen haben nichts Aehnliches.

Manche Thiere aber, denen die Speichelgefäſse fehlen, haben doch einen Saft, der im Schlunde abgeschieden und durch eine rückgängige Bewegung dieses Organs in den Mund gebracht wird. Dies ist unter andern der Fall bey den Heuschrecken und Laufkäfern (Carabus), die, obgleich mit keinen Speichelgefäſsen versehen, doch

b) A. a. O. S. 204.

c) Biologie. Bd. 1. S. 389.

d) Ebendas. B. 1. S. 407.

doch beym Fressen ihre Speise mit einem Saft benetzen, der beym Gryllus verrucivorus eine ätzende Kraft besitzen soll. Bey vielen Vögeln wird die zur Erweichung des Futters dienende Flüssigkeit durch eine Menge kleiner Drüsen abgeschieden, womit die inwendige Fläche des Schlundes, und bey denen, die einen Kropf haben, auch die des letztern besetzt ist e). Bey den hühnerartigen Vögeln durchziehen sich die Nahrungsmittel im Kropfe mit jener Feuchtigkeit, verändern ihren Geruch und Geschmack, werden erweicht und in den Stand gesetzt, von dem knorpelartigen Magen zermalmt zu werden f). Bey dem Raben, der keinen Kropf hat, ist der Schlund inwendig mit einer Menge Hohldrüsen besetzt, die eine klebrige, weifslichgraue und süfsliche Feuchtigkeit absondern g). Bey dem Karpfen ist der Gaumen hinter den Zähnen mit einer weissen, klebrigen, unschmackhaften Flüssigkeit bedeckt, welche, wenn man sie wegwischt, sich gleich wieder erneuert. Auch finden sich an dieser Stelle viele Drüsen, die gedrückt eine Feuchtigkeit von sich geben. Bey dem Barben und dem Hecht giebt es keine ähnliche Drüsen. Doch ist auch hier

e) Spallanzani's Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 41 ff.

f) Ebendas. S. 49 ff.

g) Ebend. S. 71.

hier der Schlund mit einem Saft überzogen, welcher auf der innern Fläche desselben ausschwitzt b).

Es ist nicht glaublich, daſs bey dieser Unbeständigkeit in der Gegenwart und Abwesenheit der Speichelgefäſse dieselben bey allen Thieren von einerley Beschaffenheit seyn und einerley Zweck haben sollten. Bey manchen Vögeln hat der Speichel gewiſs einen mechanischen Nutzen. Bey den Spechten z. B. ist er ein klebriger, die Zunge überziehender Saft, der blos dienen kann, dem Thier das Auflecken kleiner Insekten zu erleichtern.

Man kann inzwischen im Allgemeinen eine dreyfache Funktion des Speichels annehmen, eine mechanische, chemische und dynamische.

Die mechanische Funktion des Speichels ist, die Speisen zu verdünnen und ihnen den ersten Grad von Flüssigkeit zu geben. Alle Säugthiere, die ihre Speise im Munde käuen, haben deswegen einen wässrigen Speichel.

Der Speichel hat aber gewiſs auch einen chemischen Einfluſs auf die Speisen. Warum hätten sonst die Wanzen und viele andere Insekten, die sich blos von Flüssigkeiten nähren, Speichelgefäſse und einen so groſsen Apparat derselben? Von vorzüglicher Wirksamkeit muſs die zersetzende

b) Spallanzani a. a. O. S. 130. 131.

de Kraft in dem Speichel der Weidenraupe, einer dicken, bräunlichen, in Wasser und Weingeist unauflöslichen Flüssigkeit seyn, da die bloſsen Kinnladen dieses Insekts zum Zernagen des harten Eichenholzes nicht stark genug sind. Zwar fand Lyonnet i) nicht, daſs geschabtes Weidenholz von jenem Saft merklich erweicht wurde. Doch scheint er selber kein groſses Gewicht auf diesen Versuch zu legen. Eine ähnliche auflösende Kraft scheint der Speichel der Tettigonia plebeja zu besitzen k). Die wiederkäuenden Thiere geben ungekäuetes, in einer durchlöcherten Röhre eingeschlossenes Futter unverdauet wieder von sich; sie verdauen aber dasselbe, wenn sie es gekäuet und mit Speichel vermischt erhalten l). Nach von Humboldt's m) Beobachtung wird durch den Speichel, womit die Boa ihre Beute bedeckt, das Fleisch des erlegten Thiers so erweicht, daſs die Schlange ganze Glieder des erlegten Thiers durch den Schlund zu zwingen vermag.

Der männliche Saamen ertheilt der formlosen Materie eine bestimmte, und zwar der Gestalt des

i) Traité de la chenille du saule. p. 512.

k) J. F. Meckel's Beytr. zur vergl. Anat. B. 1. H. 1. S. 3.

l) Reaumur, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1752. — Spallanzani a. a. O. S. 174 ff.

m) Ansichten der Natur. B. 1. S. 141.

des Vaters ähnliche, Form n). Diese Funktion ist es, die wir unter der dynamischen verstehen, und eine ähnliche besitzt auch der Speichel. Beweise dafür geben die Erscheinungen, die nach dem Biſs toller Hunde und der giftigen Schlangen erfolgen. Der Speichel der erstern erregt in dem gebissenen Thier eine specifique Krankheit, die Wasserscheu, und der Speichel des gebissenen Thiers erhält hierbey das Vermögen, die nehmliche Krankheit wieder in andern Thieren hervorzubringen. Die Aehnlichkeit, welche das Schlangengift in seinen Wirkungen auf den thierischen Körper mit dem männlichen Saamen hat, haben wir schon im 4ten Buch dieses Werks o) bemerkt.

Aus diesen Sätzen läſst sich die Thatsache erklären, daſs kräuterfressende Thiere ein gröſseres Speicheldrüsensystem als die fleischfressenden haben p). Je unähnlicher nehmlich die zu assimilirende Materie dem Körper ist, dem sie verähnlicht werden soll, desto mehr bedarf sie eines auflösenden und assimilirenden Menstruum.

Ueber alle jene Funktionen des Speichels müssen genauere chemische Untersuchungen desselben Licht verbreiten. Was wir bis jetzt in diesem

n) Biol. Bd. 3. S. 404 ff.

o) Ebendas. Bd. 3. S. 408.

p) G. L. Duvernoy, Bulletin de la Soc. philomath. No. 83.

sem Fache besitzen, ist aber sehr unbefriedigend. Vergleicht man, was HALLER q) darüber gesammelt, und nach ihm HAPEL DE LA CHENAYE r), FOURCROY s), THOMSON t), JUCH v) und BOSTOCK w) bekannt gemacht haben, so ist das Resultat folgendes. Der Speichel ist eine bey gesunden Menschen geschmacklose, bey den fleischfressenden Thieren schärfere und etwas gesalzene Flüssigkeit, die eine etwas gröſsere specifische Schwere als das Wasser besitzt, bey einigen Menschen ein freyes Alkali zeigt, bey andern hingegen sich gegen Pflanzenpigmente neutral verhält, der atmosphärischen Luft den Sauerstoff leicht entzieht, ihn aber auch eben so leicht an andere Körper wieder abtritt, und Wasser, Eyweiſsstoff, Schleim, nebst einigen Neutral- und Mittelsalzen enthält. Unter diesen salzigen Bestandtheilen nennen Alle, die den Speichel analysirten, salzsaures Natrum;

q) El. Phys. T. VI. L. 18. S. 2. §. 10. p. 52.

r) Mém. de la Soc. Roy. de Médecine de Paris. A. 1780 et 81. p. 325.

s) Ann. de Chimie. T. 28. p. 262. — Syst. des connaiss. chimiques. T. 9. p. 365.

t) System der Chemie. Uebers. von WOLFF. B. 4. S. 514.

v) SIEBOLD hist. system. salivalis. p. 45. — TROMMSDORF's Journal der Pharmacie. B. 4. St. 2. S. 141.

w) NICHOLSON Journ. of Nat. Phil. Vol. 14. p. 140.

Natrum; die Meisten fanden zugleich phosphorsaures Natrum und phosphorsaure Kalkerde, und Einige auch Ammonium.

Diese Angaben sind meist unzuverlässig und wenig belehrend. Keiner der angeführten Schriftsteller, ausser Hapel de la Chenaye, hat reinen Speichel untersucht. Blos dieser analysirte die unmittelbar aus dem geöffneten Speichelgang eines Pferdes ergossene Flüssigkeit. Er fand an derselben weder eine saure, noch alkalische Reaktion; sie enthielt kein Ammonium, so lange sie nicht mit dem Saft der Schleimdrüsen des Mundes vermischt war. Es fallen also schon zwey der von andern Schriftstellern angegebenen Bestandtheile des Speichels, der Schleim und das Ammonium, weg, und es bleiben als solche blos Wasser, Eyweifsstoff, salzsaures und phosphorsaures Natrum, und phosphorsaure Kalkerde übrig. Substanzen, die man auch in allen übrigen thierischen Säften findet, und welche gar keine Aufklärung über die Wirkungsart des Speichels geben.

Ich habe im Speichel zwey Bestandtheile gefunden, die ohne Zweifel eine wichtige Funktion haben: der eine ist milchsaures Natrum; den andern nenne ich Blutsäure.

Das milchsaure Natrum ist die nehmliche Substanz, die Thouvenel durch Digestion des Fleisches mit Weingeist erhielt und unter dem Namen

des

des **Fleischextrakts** beschrieb. Man erhält dasselbe, zugleich mit der Blutsäure aufgelöst, wenn man den Speichel mit Alcohol gelinde aufkochen läfst, und die Flüssigkeit durch Filtriren von dem geronnenen Eyweifsstoff trennt. Die Gegenwart dieser Substanz im Speichel verräth sich sowohl durch den Niederschlag, den Galläpfeltinktur darin hervorbringt, als dadurch, dafs nach dem Abdampfen des Auszugs eine thierische Materie zurückbleibt, die nicht, wie der Leim, gelatinirt, und nach dem Eintrocknen nicht von Wasser und Säuren, wohl aber von ätzendem Laugensalz aufgelöset wird. Wir werden unten sehen, dafs die Milchsäure eines der Auflösungsmittel der Speisen im Magen ist. Diese ihre auflösende Kraft ist im Speichel durch ihre Verbindung mit Natrum zwar geschwächt, aber nicht aufgehoben, indem sie von dem letztern nicht gesättigt ist. Der Speichel wirkt also, vermöge der in ihm befindlichen Milchsäure, im mindern Grade wie der Magensaft; er löset die Speise zwar nicht völlig auf, aber er bereitet sie zur völligen Auflösung vor.

Von der Blutsäure, die zugleich ein Bestandtheil des Bluts ist, wird in der Folge umständlicher die Rede seyn. Hier erwähne ich vorläufig ihrer Haupteigenschaften. Der Hauptcharakter derselben ist, mit einer gesättigten Auflösung des

Eisens

Eisens in Salpetersäure, oder verdünnter Schwefelsäure, eine Verbindung einzugehen, welche ganz die Farbe des Bluts hat. Man erhält diese Farbe sogleich, wenn man eine jener Eisenauflösungen in Speichel tröpfelt. Stärker aber tritt sie hervor, wenn man den Speichel abdampft, den Rückstand schwach calcinirt, und so die Blutsäure von dem Eyweifsstoff, wovon sie im Speichel verhüllet ist, trennt. Sowohl aus dem frischen Speichel, als aus dem verkalkten Rückstand desselben, wird sie durch Wasser, und noch reiner durch Alcohol ausgezogen. In dieser Auflösung reagirt sie auf Lackmustinktur als eine Säure. Doch enthält die Weingeistauflösung immer noch milchsaures Natrum, wovon ich sie nicht ganz habe trennen können. Sie wird von Salzsäure, Salpeter- und Essigsäure aufgelöst, ohne ihren röthenden Einfluſs auf das salpeter- und schwefelsaure Eisen zu verlieren. Setzt man hingegen Alkalien zu der Verbindung der Blutsäure mit dem salpetersauren Eisen, so vereinigen sich jene mit dem letztern, und geben einen orangefarbenen Niederschlag. Schwefelsaure Kupferauflösung wird von der Blutsäure grünlich gefärbt. Mit salpetersaurer Silberauflösung giebt sie einen schwarzbraunen Niederschlag. Auf das blausaure Kali hat sie keinen Einfluſs. Alle diese Eigenschaften charakterisiren sie als eine Säure von eigener Art. In der Lehre vom Blut werden wir sehen, daſs von ihr

die

die rothe Farbe des letztern abhängt. Der Speichel ertheilt also, vermöge dieser Säure, den Speisen die erste Anlage zur Verwandlung derselben in Blut.

§. 7.

Der Schlund und der Magen.

Die durch Vermischung mit dem Speichel in eine breyartige Substanz verwandelte Speise gelangt durch eine fortschreitende Zusammenziehung des Schlunds in den Magen, wo sie durch Zumischung des gastrischen Safts und durch die Contraktionen des Magens noch weiter verändert wird. Wir werden zuerst von dem Einfluſs, den jener Saft auf sie äussert, und dann von den Zusammenziehungen des Magens reden. Doch ist es nöthig, vorher einiges im Allgemeinen über die Form und Textur des Schlundes und Magens zu bemerken.

Man kann den Polypen umstreifen und die Oberfläche seines Körpers zur innern Fläche des Magens machen, ohne daſs die Verdauung weniger als vorher von statten geht. Bey ihm müssen also die Oberhaut und die innere Magenhaut von gleicher Beschaffenheit seyn. Was bey dem Polypen der Fall ist, findet, aber im mindern Grade, bey allen Thieren statt. Dieselben Häute, welche die Oberfläche des Körpers bedecken, ziehen sich durch die Nasenhöhle, den Mund und den

After

After in das Innere des Körpers, und bilden die innern Membranen des Nahrungscanals.

Dieser besteht also zuerst aus einer innern Haut, die ein Fortsatz der Epidermis ist. Auf derselben liegt eine zweyte, die in das Fell (Corium) übergeht. Hierauf folgt eine dritte muskulöse Membran, die man mit dem Muskelfell (Panniculus carnosus) der Säugthiere verglichen hat. Bey den Thieren der höhern Classen giebt es noch eine vierte, von dem Bauchfell herrührende Membran.

Die Aehnlichkeit der innern Haut des Nahrungscanals mit der Epidermis ist bey mehrern Säugthieren unverkennbar. Weniger deutlich ist sie bey manchen Thieren, deren Körper mit einer horn- oder schwielenartigen Decke umgeben ist, z. B. den Gürtelthieren (Dasypus), den Schuppenthieren (Manis), den meisten Amphibien und Fischen, und den Insekten. Untersucht man indeſs jene vor, oder kurz nach dem Auskriechen aus dem Ey, und die Insekten zu der Zeit, wo sie sich zu verwandeln im Begriff sind, so zeigt sich bey ihnen ebenfalls die Gleichartigkeit der erwähnten Häute. Uebrigens ist auch die innere Haut des Nahrungscanals in dem Knorpelmagen vieler Thiere schwielenartig.

Bey manchen Insekten, z. B. der Afterspinne (Phalangium), der Skolopender, der Larve des

Nashorn-

Nashornkäfers (Scarabaeus nasicornis) und der Larve der Bremse (Tabanus bovinus) ist diese Haut äusserst zart, und viel enger als die umliegende Membran. Bey der Larve der Bremse bildet sie, was SWAMMERDAMM x) einen engern Darm in einem weitern nannte.

Die zweyte Haut des Nahrungscanals läſst sich in zwey Blätter trennen, die in frühern Zeiten für zwey verschiedene Häute angenommen wurden. Das innere Blatt, das man für einerley mit der Epidermis ansah, hieſs die flockige, das äussere die nervige Membran. Diese Blätter hängen in der That auch schwächer unter sich, als mit der innersten Haut und der muskulösen Membran zusammen. Doch bestehen beyde aus einem schwammigen Zellgewebe, das nur in dem äussern Blatt fester, in dem innern weicher ist. Das Zellgewebe des innern Blatts bildet in einem Theil des Nahrungscanals hervorragende Zotten, die den Hautwärzchen ähnlich zu seyn scheinen. Diese finden sich indeſs nicht bey allen Thieren, und überhaupt ist die zweyte Haut jenes Canals nicht im ganzen Thierreiche von einerley Bau. Bey vielen Insekten ist sie eine schleim- oder gallertartige Substanz. Bey allen Thieren der fünf obern Classen, und auch bey vielen Insekten, giebt es, wenigstens an einigen Stellen,

x) Bibel der Natur. S. 268.

Stellen, zwischen ihr und der Muskelhaut Schleimdrüsen, deren Oeffnungen auf der innern Fläche des Nahrungscanals liegen.

Die Muskelhaut besteht ebenfalls an den meisten Stellen aus einem doppelten Blatt, einem äussern, dessen Fasern längslaufend sind, und einem innern, dessen Fasern die Gestalt eines Halbkreises haben und jene der Queere nach durchkreutzen. An einigen Stellen, besonders am Magen, ist aber die Richtung dieser Fasern von anderer Art. Auch ist die Dicke derselben an verschiedenen Stellen des Nahrungscanals und bey den verschiedenen Thierclassen sehr verschieden. Bey einigen Thieren, z. B. dem Skorpion, sind die Fasern so fein, daſs sie sich auch unter stärkern Vergröſserungen kaum erkennen lassen.

Die äusserste, vom Bauchfell abstammende Haut bekleidet nur den untern, in der Bauchhöhle befindlichen Theil des Nahrungscanals, nicht aber den Schlund. Sie gehört zu der Art von Membranen, die Bichat seröse genannt hat, und ist nur den vier obern Thierclassen eigen.

Die Röhre, welche durch diese Häute gebildet wird, ist bey den meisten Thieren einfach, nicht in sich zurückkehrend, und unausgefüllt. Ausnahmen von dieser Regel giebt es nur unter den Insekten, und zwar unter denjenigen, die sich durch Saugrüssel oder Saugstacheln nähren, also

bey

bey den Schmetterlingen, den Wanzen und den zweyflüglichen Insekten. Bey diesen fängt der Nahrungscanal nicht als eine einfache Röhre vom Munde an, sondern er wird durch das Zusammenfliefsen so vieler Canäle, als es Saugröhren giebt, gebildet. Beym Cimex rufipes L. theilt sich derselbe, nach meinen Untersuchungen, während der letzten Hälfte seines Verlaufs in vier, neben einander liegende, cylindrische Gefäfse, die mit einem schleimartigen Gewebe ausgefüllt sind y). Bey den Cicaden kehrt er in sich zurück, und giebt am Schlunde eine zum After gehende Röhre ab z).

Bey den Insekten der Bienenfamilie, die einen mit Kauwerkzeugen versehenen Mund und zugleich einen Saugrüssel haben, giebt es einen doppelten Apparat von Verdauungsorganen. Der Mund führt zu einem bis zum After fortgehenden Nahrungscanal, wie bey andern mit Kinnladen und Kinnbacken versehenen Insekten. Aber der Canal des Rüssels setzt sich in eine eigene Röhre fort. Bey der Erdbiene finde ich den Bau dieser Theile von folgender Art. Der Rüssel ist eine

y) Annalen der Wetterauischen Gesellsch. f. d. gesammte Naturk. B. 1. S. 175.

z) Meckel's Beytr. zur vergl. Anat. B. 1. H. 1. S. 1. — Ramdohr's Abhandl. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 199 ff.

eine an der Basis cylindrische, nach der Spitze kegelförmig zulaufende Röhre, die aus halbkreisförmigen, durch eine feste, sehnenartige Haut unter einander verbundenen Reifen besteht. Auf der Rückenseite geht eine Rinne von der Spitze zur Basis fort. Auf der Bauchseite fehlen von der Basis an bis ohngefähr zur Mitte des Rüssels die knorpelartigen Queerreifen; hier ist es eine dünne, weiche Membran, die den Canal des Rüssels bedeckt. Vorne endigt sich der letztere in eine Saugöffnung; hinten geht er in einen flaschenförmigen Behälter, und dann in ein enges, aber sehr langes Gefäfs über. Dieses Gefäfs hat ganz die Textur der Luftröhren; es besteht aus einer zarten Haut, die mit einem knorpelartigen Band dicht umwunden ist. — Bey der Hornisse finde ich einen fächerförmigen Rüssel, an dessen vorderm, breiterm Ende es vier Saugöffnungen giebt, und dessen hinteres, schmaleres Ende sich in einen ähnlichen Canal, wie bey der Biene, fortsetzt. — Bey der Honigbiene geht dieser Canal, nach Ramdohr's Untersuchungen, mit dem Schlunde durch den Hirnring, nimmt vor diesem Durchgang die Ausführungsgänge zweyer Organe auf, die Ramdohr anfangs für Geruchsorgane hielt, nachher aber für Speichelgefäfse erklärt hat, und theilt sich dann in zwey Arme, die sich endlich in ein zottiges, dem Netz der Insekten ähnliches, die Speiseröhre bis zum Hinterleib begleitendes

Wesen

Wesen erweitern a). Wenn Huber b) richtig beobachtet hat, dafs das Wachs, welches die Bienen bereiten, durch die Zwischenräume der hornartigen Ringe ihres Körpers hervordringt, so glaube ich, dafs jener zottige Körper das Absonderungswerkzeug des Wachses ist.

Gewöhnlich bildet der Nahrungscanal, nachdem er in cylindrischer oder trichterförmiger Gestalt vom Schlundkopf eine gewisse Strecke herabgestiegen ist, eine oder mehrere Erweiterungen. Jener herabsteigende Theil ist der Schlund, diese Erweiterung der Magen. Fälle, wo die Nahrungsröhre mit gleichem Durchmesser vom Munde zum After geht, giebt es keine bey den Säugthieren und Vögeln, sondern nur in den übrigen Thierclassen. Doch auch in diesen finden sich nur wenig Arten, bey welchen sich nicht ein Theil jenes Canals durch eine veränderte Textur als ein Magen zu erkennen giebt. Zu denen Thieren, deren Nahrungscanal von so einfachem Bau ist, dafs sich kein Unterschied zwischen Schlund, Magen und Gedärmen angeben läfst, gehört unter den Fischen der Schlammpeitzger (Cobitis fossilis) und

a) Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 5. Quart. 4. S. 386. — Germar's Magaz. der Entomol. J. 1. H. 1. S. 135.

b) Nouvelles observat. sur les abeilles. Genéve. 1792.

und noch mehr der Hornhecht (Esox Belone), unter den Mollusken die Lingula anatina c), und unter den Insekten der Skorpion.

Der Magen unterscheidet sich von dem übrigen Nahrungscanal nicht nur durch seine Gestalt, sondern vorzüglich auch durch die Beschaffenheit seiner Häute und durch seinen Reichthum an Blutgefäfsen, Saugadern und Nerven.

Die Fasern seiner Muskelhaut laufen nicht blos, wie im Schlunde und Darmcanal, der Länge und Queere nach, sondern gehen zum Theil auch nach andern Richtungen und bilden Stränge, die sich zerästeln und mit ihren Aesten sich durchkreutzen. Seine Epidermis ist höchst zart, und sehr genau mit dem weichen, fast schleimartigen innern Blatt der zweyten Haut verbunden.

Die Arterien des Magens entspringen bey allen Thieren der fünf höhern Classen unmittelbar aus der Aorta d), und bilden mit den Venen desselben, die sich bey den Säugthieren, Vögeln, Amphibien und Fischen in die Pfortader öffnen, in dem äussern Blatt der zweyten Magenhaut ein

c) Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. I. p. 69.

d) Bey der Aplysia fasciata theilt sich die Aorta gleich nach ihrem Ursprung in drey Aeste, von welchen der mittlere blos zu dem vierfachen Magen geht. (Cuvier a. a. O. T. II. p. 287.).

Digitized by Google

ein zartes Netz, woraus eine zahllose Menge der feinsten Zweige in das innere Blatt dieser Membran dringt. Bey den Insekten sind der Magen und die Zeugungstheile diejenigen Eingeweide, zu welchen vorzüglich grofse und zahlreiche Luftgefäfse gehen. Besonders ist dies der Fall bey den Larven, bey welchen die Verdauung das Uebergewicht über alle übrige Funktionen hat.

Sehr zahlreich sind auch im Magen derer Thiere, die lymphatische Gefäfse besitzen, diese Saugadern.

Der Magen endlich ist unter allen Eingeweiden der Bauchhöhle dasjenige, welches am genauesten mit dem ganzen Nervensystem in Verbindung steht. Bey den Thieren der höhern Classen ist er nicht nur durch die sympathischen Nerven mit dem Rückenmark, sondern auch durch die Nerven des achten, oder, nach der neuern Benennung, des zehnten Paars mit dem Gehirn verbunden. Wir finden diesen genauen Zusammenhang selbst bey den Insekten. Der Magen derselben erhält ebenfalls nicht nur Nerven aus den ihm zunächst liegenden Knoten des Rückenmarks, sondern auch vom Gehirn durch Swammerdamm's rücklaufende Nerven, ein Nervenpaar, welches aus einem von zwey bogenförmigen Hirnnerven gebildeten Knoten entspringt, und das

ich bey mehrern Insekten aus den verschiedensten Familien angetroffen habe.

Der ungestörte Zusammenhang des Magens durch jene Nerven des achten Paars mit dem Gehirn ist eine Hauptbedingung der Verdauung. Die meisten Schriftsteller, die Versuche über die Durchschneidung jenes Nervenpaars angestellt haben, merken an, daſs nach der Operation Erbrechen eintrat e). Nachher fraſsen die Thiere nicht mehr, oder die Speise blieb unverdauet im Magen f). Dieser wurde nach dem Tode von Valsalva g) bey einem Hunde zusammengezogen, von Le Gallois h) bey einem Meerschwein sehr ausgedehnt gefunden. Einige Beobachter wollen auch Fäulniſs der Speisen im Magen bemerkt haben i). Meist aber

e) M. s. unter andern Baglivi dissert. de observ. anat. et pract. Exp. 7. — Valsalva in Morgagni epist. anat. XIII. p. 504. 505. 512. 513. — Petit, Mém. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris. A. 1727. p. 1. der OctavAusg. — Dupuytrens, Biblioth. médic. T. 17. p. 1.

f) Baglivi l. c. — Ducrotay de Blainville, Nouv. Bulletin de la Soc. philom. T. 1. p. 226. — Le Gallois Expér. sur le principe de la vie. p. 214.

g) Morgagni l. c. p. 505.

h) A. a. O.

i) Brunn Exper. circa ligaturas nervorum in viris animal. institutas. Gotting. 1753. — Haller Mém. sur

aber fand man die Speisen im Magen unverändert k). Einige Erfahrungen von Brunn machen wahrscheinlich, daſs jene Fäulniſs nur scheinbar war und von Exkrementen herrührte, die durch eine antiperistaltische Bewegung der Gedärme in den Magen geführt waren.

§. 8.

Der Magensaft.

Der Magen und der Darmcanal sondern auf ihrer innern Fläche eine groſse Menge Flüssigkeit ab. In beyden secerniren die vielen Schleimdrüsen, womit diese Fläche besetzt ist, eine groſse Menge Schleim; in dem Magen erzeugt sich ausserdem noch der Magensaft, und in den Gedärmen die enterische Flüssigkeit.

Die Hauptquelle des Magensafts sind die letztern Zweige der Schlagadern, die sich in der Magenhaut zerästeln l). Ein anderer Bestandtheil dessel-

sur les parties sensibles et irritables. T. 1. Exp. 182. 185. 186. 188.

k) Arnemann's Versuche über die Regeneration. B. 1. S. 262. — Emmert in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 380. — Le Gallois a. a. O. p. 217.

l) Wepfer hist. cicutae aquat. p. 80. — Spallanzani's Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 157.

desselben wird vielleicht durch die zahlreichen Drüsen abgesondert, die sich bey dem Menschen vorzüglich häufig in der Nähe des untern Magenmundes befinden, und welche von den Schleimdrüsen verschieden zu seyn scheinen.

Jener Saft ist das vornehmste Auflösungsmittel der Speisen. Von einigen Thieren genommen, äussert er seine auflösende Kraft noch einige Zeit ausserhalb dem Körper. Diese Kraft aber ist verschieden nach der Verschiedenheit der Thierarten. Bey denen, die einen knorpelartigen, zum Zermalmen der Nahrungsmittel eingerichteten Magen haben, z. B. den Hühnern, werden unzerriebene Fruchtkörner nicht von ihm aufgelöst, sondern nur zermalmt m). Zugleich löst er rohes Fleisch auf, und greift selbst Steine und Metalle an n).

Bey den Krähen, Reihern und andern, sich sowohl von vegetabilischen, als animalischen Substanzen nährenden Thieren, deren Magen nicht so stark als der der hühnerartigen Vögel, doch stärker als der Magen der Amphibien, Fische, wiederkäuenden Thiere, Raubvögel und fleischfressenden

m) Diese und die folgenden Erfahrungen über den Magensaft sind, wo man nicht andere Gewährsmänner findet, aus Spallanzani's angeführtem Werk genommen.

n) Bruonatelli in Crell's chemischen Annalen. J. 1787. B. 1. S. 231 ff.

senden Säugthiere ist, löst der Magensaft auch nur zerriebene Fruchtkörner auf. Vorzüglich aber wirkt derselbe auf weichere vegetabilische und animalische Substanzen, z. B. auf Früchte und Fleisch. Dieses wird durch ihn erweicht, verändert seine Farbe, geht in eine Gallerte und zuletzt in einen Brey über. Unzerschnittenes Fleisch wird schichtweise von der Oberfläche zum Mittelpunkt aufgelöst. Knorpel werden ebenfalls von diesem Saft angegriffen. Hingegen auf Knochen hat er keine Wirkung. Bey jenen Thieren äussert auch nicht nur der Magen, sondern schon der Schlund in seiner ganzen Länge auf die in ihm verweilenden Speisen eine auflösende Kraft; bey den hühnerartigen Vögeln hingegen werden die Fruchtkörner im Kropfe nur erweicht, nicht aufgelöst.

Der Magensaft der Amphibien und Fische ist von vorzüglicher Wirksamkeit. Er löst nicht nur unzermalmtes Fleisch, sondern auch ganze Knochen vollkommen auf. Doch wirkt er weit langsamer, als der Magensaft der Säugthiere und Vögel, und seine Wirkungen sind einigermaſsen abhängig von der Wärme der Atmosphäre.

Die wiederkäuenden Thiere haben eine groſse Menge Magensaft. Vorzüglich ist es der vierte Magen, worin derselbe erzeugt wird. Doch sondert auch schon der erste und zweyte Magen

eine verdauende Flüssigkeit ab. Nach den Versuchen von Stevens o) wurde Futter, welches in durchlöcherten Röhren eingeschlossen war, in dem Wanst eines Ochsen aufgelöst. Der gastrische Saft der Wiederkäuer vermag aber weder im Magen, noch ausserhalb dem Körper seine Kraft zu äussern, wenn die aufzulösenden Substanzen nicht vorher zermalmt und mit Speichel vermischt sind.

Der Magensaft der Raubvögel zeichnet sich dadurch aus, dafs er auf vegetabilische Theile wenig oder gar keine Wirkung, eine desto gröfsere aber auf thierische Substanzen äussert.

Fast eben so wirksam auf thierische Materien ist der Magensaft der Katzen, der Hunde und des Menschen. Der gastrische Saft des Menschen greift Knochen und Metalle an p). In dem Magen der Hunde erleidet sogar der Schmelz der Zähne, der von dem Magensaft anderer Thiere nicht angegriffen wird, einige Veränderung. Bey allen diesen Thieren äussert auch der Magensaft einen eben so grofsen Einflufs auf vegetabilische Substanzen, doch bey dem Menschen mehr, wenn dieselben gekäuet sind, als wenn sie unzermalmt in den Magen kommen.

Ver-

o) De alimentorum concoctione. Edinb. 1777. In Thesauro medico Edinburg. T. 3.

p) Kongl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar. J. 1782. 1stes Viertelj. No. 12.

Digitized by Google

Vermöge der nach dem Tode noch fortdauernden Wirksamkeit des gastrischen Safts greift er in der Leiche zuweilen den Magen selber an Stellen, wo er sich gesammelt hat, und ausserhalb den durchlöcherten Magenwänden auch die benachbarten Eingeweide an. Hunter q) machte diese Beobachtung zuerst an menschlichen Leichen, und blos an diesen ist meines Wiesens seine Erfahrung bis jetzt wiederholt worden r). Ich habe aber auch an mehrern Thieren der niedern Classen, die eine Zeitlang in Weingeist gelegen hatten, und an welchen alle übrige Theile noch frisch waren, den Magen und die ihm zunächst gelegenen Theile zum Theil aufgelöst gefunden. Jäger s) hat zwar Hunter's Meinung von der Ursache jener Erscheinung zu bestreiten gesucht. Seine Gründe scheinen mir aber nur zu beweisen, was ohnehin zu vermuthen war, daſs einige Krankheiten den Magen, indem sie seine Spannkraft schwächen, zur Auflösung geneigter machen.

Aus den angeführten Thatsachen folgt, daſs der Magensaft bey einigen Thieren blos zermalmte, bey andern auch unzerriebene Nahrungsmittel auflöst;

q) Philos. Transact. Y. 1722. p. 447.

r) Vergl. Burns, Edinburgh medical and surgical Journal. Vol. 6. p. 129.

s) Hufeland's u. Himly's Journal der prakt. Heilk. I. 1811. St. 5. S. 1.

Digitized by Google

löst; dafs bey einigen diese Auflösung unabhängig von der äussern Temperatur, bey andern hingegen nur bey einem gewissen Grade von Wärme vor sich geht, und dafs einige nur thierische Substanzen, andere sowohl diese, als vegetabilische Materien aufzulösen im Stande sind. Die zersetzende Kraft des Magensafts ist aber, selbst in Beziehung auf nährende Substanzen, keinesweges unbeschränkt. Das allgemeinste Nahrungsmittel, das es giebt, die Milch, wird von ihm zum Gerinnen gebracht, und geht zum Theil in diesem coagulirten Zustande durch eine ziemlich lange Strecke des Darmcanals. Auch enthalten die Exkremente nach jeder Speise eine Menge unzersetzter Fasern und Häute.

Die auflösende Kraft ist auch nicht dem Magensaft ausschliefslich eigen. Im mindern Grade besitzt jeder Theil des thierischen Körpers das Vermögen, fremdartige Substanzen zu verzehren. Knochen, Fleisch und andere thierische Theile, die P. Smith in die Bauchhöhle, oder unter das Fell lebender Thiere brachte, wurden hier völlig aufgelöst t). Hieraus läfst sich eine merkwürdige Beobachtung erklären, die Cuvier an der Salpa octofora machte. Er fand bey mehrern dieser Thiere im Innern derselben, aber ausserhalb ihrem

t) Pfaff's u. Scheel's Nordisches Archiv für Naturk. u. s. w. B. 3. St. 2. S. 134.

ihrem Magen, Theile einer Anatifa, woran alles, bis auf die äussere Haut, zerschmolzen und verschwunden war, und die vermuthlich durch die Oeffnung, wodurch die Salpen Wasser einziehen, hereingekommen waren v). Diese Thiere haben zwar einen Magen. Vielleicht aber verdauen sie eben so viel ausserhalb, als innerhalb demselben, und machen den Uebergang zu denjenigen Organismen, bey welchen das Athemholen, die Verdauung und mehrere andere Funktionen durch einerley Organe geschehen.

Bey den fleischfressenden Thieren und vielen von denen, die sich sowohl von animalischen, als thierischen Substanzen nähren, zeichnet sich noch der Magensaft durch einen hohen Grad von fäulnifswidriger Kraft aus. Er verhindert nicht nur die Fäulnifs, sondern hebt sogar die angefangene wieder auf. Es findet daher bey der Auflösung der Speise keine Fäulnifs statt. Nach den Versuchen von Davy und Brande ist aber auch das Gas, welches sich bey der Zersetzung der Speisen im dritten Magen der Wiederkäuer entbindet, weder entzündbar, noch mit Kohlensäure vermischt w). Jene Auflösung geht also auch ohne Gährung von statten.

Von

v) Annales du Muséum d'Hist. nat. T. IV. p. 380.

w) Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 165.

Von welcher Art ist nun dieser auflösende Saft? Was er unvermischt ist, läſst sich schwer bestimmen. Immer enthält er Speichel, den Saft der Schleimdrüsen des Schlundes und Magens, und oft auch etwas Galle. Im Magen der meisten, lebendig geöffneten, oder eben getödteten Thiere aber ist er eine reine und helle, doch etwas ins Gelbliche fallende Flüssigkeit, von etwas bitterm und salzigem Geschmack, nicht entzündlich, weder an der Luft, noch im Feuer gerinnend, und bey den Thieren der obern Classen eine freye Säure enthaltend.

Diese saure Beschaffenheit des Magensafts ist zwar von mehrern Schriftstellern bezweifelt worden. Allein es gibt zu wichtige Beweise dafür, als daſs sie sich mit Recht bezweifeln läſst. Zuerst ist es gewiſs, daſs Milch und Eyweiſs durch jenen Saft zum Gerinnen gebracht werden x). Dieses Vermögen hat er freylich mit mehrern andern thierischen Substanzen, z. B. den Muskeln, der Lunge, dem Herzen u. s. w. gemein y). Allein der

x) J. Hunter Observat. on certain parts of the animal oeconomy.

y) Doch besitzt dieses Vermögen nicht die Leber, wenn anders Werner (Diss. sist. exper. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. Praes. Autenrieth. Tubing. 1800. p. 20.) gegen Spallanzani (A. a. O. S. 280.), der das Gegentheil beobachtet haben will, Recht hat.

der gastrische Saft röthet auch die Lackmustinktur. Viridet z) beobachtete dies an dem Magensaft des Schweins, Werner a) an dem des Pferdes, des Schaafs, des Kaninchens, des Hundes und der Katze, Marsigli b) an dem des Adlers und der Kropfgans, und Brugnatelli c) an dem Magensaft mehrerer fleisch- und körnerfressenden Vögel. Ich habe das Nehmliche an dem Saft des Vormagens der Hühner bemerkt. Bey manchen Thieren äussert sich die Säure des Magensafts auch durch den Geruch. Neergard d) fand oft bey getödteten Hühnern, daſs Futter, welches mehrere Stunden im Kropfe verweilt hatte, mit einer beträchtlichen Menge eines stark säuerlich riechenden Safts durchdrungen war. Auch spürte er an dem Fleisch, das sich in dem Vormagen eines Falco Lagopus befand, und schon hin und wieder aufgelöst zu werden anfing, einen säuerlichen Geruch e).

Die

z) Tractatus med. physic. de prima coctione. Genevae. 1692. C. 10. 11. 22.

a) L. c. p. 7. 9. 11. 56.

b) Danubius Pannonico-Mysicus. T. VI. Obs. misc. 9. 10.

c) Crell's Beyträge zu den chem. Annalen. B. 1. St. 4. S. 74 ff.

d) Vergleichende Anat. u. Physiol. der Verdauungswerkzeuge der Säugth. u. Vögel. Berlin. 1806. S. 166.

e) Ebendas. S. 125.

Digitized by Google

Die Versuche, worauf SPALLANZANI und andere Schriftsteller ihre Behauptung von der Abwesenheit der Säure im Magensaft gegründet haben, sind keinesweges beweisend. Diese bedienten sich gewöhnlich eines Magensafts, der durch Erbrechen ausgeleert war. Ein solcher ist aber immer mit Galle vermischt, welche die Säure desselben zerstört. Dabey gebrauchten sie zur Prüfung der Säure Alkalien, die hier zu wenig empfindliche Reagentien sind. CARMINATI f), der den gastrischen Saft der fleischfressenden Thiere für sauer, und den der pflanzenfressenden für alkalisch hielt, widerspricht sich, wie schon WERNER g) erinnert hat, an mehrern Stellen, und erklärt in einer spätern Schrift h) selber, dafs er den Magensaft der pflanzenfressenden Thiere ebenfalls für sauer, und die von ihm beobachtete Alkalescenz desselben für Wirkung der Fäulnifs halte. BRUGNATELLI i), der in dem Magensaft der Schaafe nach dem Abdampfen desselben Ammonium fand, bediente sich zu seinen Versuchen des Safts des ersten Magens. Aber nicht der erste, son-

f) Untersuchungen über die Natur und den verschiedenen Gebrauch des Magensafts in der Arzneywissensch. u. s. w. Wien. 1785. S. 108.

g) L. c.

h) Beobachtungen über den Gebrauch des Magensafts, gesammelt von SENNEBIER. Mannheim. 1785. S. 57.

i) A. a. O. S. 69.

sondern der dritte und vierte Magen enthält bey den wiederkäuenden Thieren das eigentliche Auflösungsmittel der Speisen. Das von ihm erhaltene Ammonium rührte wahrscheinlich von dem Saft der Schleimdrüsen des ersten Magens her. Bey allen Vögeln, sowohl den kräuterfressenden, als denen, die sich blos von Fleisch, oder von Fleisch und Pflanzen zugleich nähren, fand auch er immer den Magensaft sauer.

Wenn, wie zu vermuthen ist, die Wirksamkeit des Magensafts mit der Stärke dieser Säure in Verhältnifs steht, so mufs jene desto gröfser seyn, je näher dem untern Magenmunde der gastrische Saft abgesondert ist. Dies ist wirklich auch der Fall. Viridet k) untersuchte vermittelst der Lackmustinctur den Saft der Speiseröhre eines Schweins von oben an bis zum Magen. Im Schlunde zeigte sich nirgends eine Spur von Säure; hingegen im Magen wurde die Tinktur lebhaft geröthet. In Werner's Versuchen l) machte die in dem obern Theil des Magens eines Pferdes befindliche, noch unaufgelöste Speise nur einen schwachen Eindruck auf die Lackmustinktur; stärker wirkte die Flüssigkeit aus dem Grunde des Magens, und am stärksten der in der Nähe des

k) L. c. p. 224.

l) L. c. p. 56.

Digitized by Google

des Pylorus gesammelte Chymus. In einem andern Versuch dieses Schriftstellers m) hatte der aus dem ersten Magen von Schaafen genommene Chymus gar keinen Einfluſs auf die Lackmustinktur; der im zweyten Magen enthaltene Saft bewirkte nur langsam eine schwache Röthe dieser Tinktur; der Chymus des dritten Magens wirkte schon stärker, und der des vierten sehr lebhaft.

Aus dieser gröſsern Wirksamkeit des im Grunde des Magens befindlichen gastrischen Safts läſst es sich erklären, warum E. Smith n) in einigen Versuchen, wo er verschiedenen Thieren animalische und vegetabilische Substanzen in durchlöcherten und an Fäden gebundenen Röhren so beybrachte, daſs diese nicht bis auf den Grund des Magens reichten, keine Veränderungen jener Substanzen beobachtete. Smith schlieſst aus *diesen* Versuchen, daſs es die Galle und nicht der Magensaft ist, der die Auflösung der Speisen bewirkt, ohne zu bedenken, daſs die Galle nicht anders als beym Erbrechen in beträchtlicher Menge zum Magen gelangt. Er führt zwar noch eine andere Beobachtung an, nach welcher Fleisch ausserhalb dem Körper in Galle, nicht aber in Magensaft aufgelöst wurde. Allein diese ist so oberflächlich erzählt, und widerspricht so vielen andern

m) L. c. p. 11 sq.

n) Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 3. S. 179.

Digitized by Google

andern Erfahrungen, dafs sie mir gar keine Rücksicht zu verdienen scheint.

Was ich bisher von der Säure des Magensafts gesagt habe, gilt nur in Beziehung auf die Säugthiere, Vögel, Amphibien und Fische. Bey den Thieren der niedern Classen findet keine freye Säure jenes Safts statt. Ramdohr o) beobachtete, dafs der Magensaft von der Raupe der Bombyx quercus mit Säuren stark aufbrauset, und die durch Essig geröthete Lackmustinktur wieder blau färbt. Ich habe ebenfalls gefunden, dafs der Magensaft des Oniscus Asellus, des Dytiscus marginalis, der Sphinx ligustri und der Raupe der Noctua dysodea Vienn. die blaue Farbe der gerötheten Lackmustinctur wieder herstellt. Bey der Sphinx ligustri war das Blau nur schwach, bey den übrigen aber sehr lebhaft. Bey der erwähnten Raupe färbte die ganze innere Fläche des Nahrungscanals das durch Essig geröthete Lackmuspapier blau. Die innere Fläche des Magens brachte in diesem Versuch die stärkste, die des Mastdarms die schwächste Färbung hervor. Bey andern Thieren der niedern Classen, unter andern bey dem Scarabaeus nasicornis, Limax cinereus und der Helix Pomatia war der Magensaft weder sauer, noch alkalisch.

Deutet

o) Abhandl. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 30.

Deutet diese verschiedene Beschaffenheit des gastrischen Safts bey den Thieren der höhern und niedern Classen auf eine Verschiedenheit in der Ernährungsweise derselben hin? Und steht diese Verschiedenheit mit der abweichenden Mischung des Bluts der rothblütigen Thiere und der Mollusken, Insekten u. s. w. in Beziehung? Ich glaube nicht, dafs dies der Fall ist. Nach chemischen Gründen kann zwar das Auflösungsmittel der Speisen eben sowohl ein Alkali, als eine Säure seyn. Aetzende Alkalien lösen im Ganzen mehr thierische und vegetabilische Substanzen, als die meisten Säuren auf. Allein es ist auch möglich, dafs bey den Mollusken und Insekten der reine Magensaft ebenfalls sauer und die Säure desselben blos durch den alkalischen Schleim des Nahrungscanals verhüllt ist. Auch der Speichel ist an sich sauer; er erhält erst durch die Zumischung des Safts der Schleimdrüsen des Mundes eine alkalische Beschaffenheit; aber seine Säure wird dadurch nicht aufgehoben, sondern zeigt sich fortdauernd durch seine Kraft, die Milch zum Gerinnen zu bringen p). Diese Vermuthung, dafs die Säure des Magensafts bey den Thieren der niedern Classen blos verhüllt ist, halte ich um so mehr für wahrscheinlich, da ich, wie ich in der Folge umständlicher erzählen werde, in dem Koth der Weinbergschnecke die Galle durch den

Ver-

p) Veratti in Commentar. Bonon. T. VI. S. 269.

Verdauungsprocefs auf eine Art verändert fand, wie sie nur durch Säuren verändert wird.

Chemische Untersuchungen würden hier Licht geben können. Aber diese sind bis jetzt in Betreff des Magensafts höchst unbefriedigend. Nach Scopoli q) besteht der gastrische Saft des Raben aus reinem Wasser, aus einer thierischen Substanz, die seifenhaft und gallertartig ist, aus salzsaurem Ammonium, und aus einer ähnlichen erdigen Materie, wie man in allen thierischen Substanzen antrifft. Brugnatelli r) fand in dem Magensaft von Eulen Wasser, eine Säure, einen harzigen Bestandtheil, eine thierische Substanz und etwas salzsaures Natrum. Der Saft des ersten Magens eines Schaafs lieferte ihm vieles Wasser, Ammonium, eine gallertartige Materie und salzsaures Ammonium. Macquart s) hingegen erhielt aus dem Saft des ersten Magens eines Ochsen und Schaafs Wasser, eine gerinnbare Materie, Phosphorsäure, phosphorsauren Kalk, Harz, salzsaures Natrum und salzsaures Ammonium. Die beyden letztern Angaben sind von geringem Werth, da der eigentliche Magensaft der wiederkäuenden Thiere nicht in dem ersten Magen enthalten ist.

Die

q) In Spallanzani's angeführtem Werke. S. 273 ff.

r) A. a. O.

s) Mém. de la Soc. Roy. de Médécine. A. 1786. p. 355.

Die harzige Materie, die Brugnatelli und Macquart in dem Magensaft fanden, war gewifs nichts anders, als durch die Säure des Magens abgeschiedenes Gallenharz.

Mir scheint ein Bestandtheil des Magensafts Milchsäure zu seyn. Man findet diese, mit etwas Natrum verbunden, in allen serösen Flüssigkeiten, welche ebenfalls im mindern Grade das Vermögen besitzen, thierische Substanzen aufzulösen. Schon der Analogie nach ist sie also auch im Magensaft zu vermuthen. Ich habe aber auch bey Versuchen über die Verdauung der Hühner gefunden, dafs Wasser, womit die im Vormagen und muskulösen Magen dieser Vögel enthaltenen Materien ausgezogen waren, erwärmt den Geruch des Fleischextracts, welches vorzüglich aus milchsaurem Natrum besteht, aushauchte, und dafs dies selbst dann der Fall war, wenn die Thiere blos mit vegetabilischen Nahrungsmitteln gefüttert waren. Das Resultat eines Versuchs, den ich über die Wirkung der sauren Molken auf Weitzenmehl und Fleisch anstellte, war ebenfalls meiner Meinung günstig. In einer Wärme von 60 bis 70° R. verband sich das Mehl mit den Molken zu einer weissen Flüssigkeit, welche das nehmliche Ansehn hatte, wie der in dem Zwölffingerdarm von Hühnern, die mit Getreidekörnern gefüttert waren, enthaltene Chymus, und sich auch auf ähn-

liche

liche Art wie dieser gegen chemische Reagentien verhielt. Gebratenes Kalbfleisch wurde in jener Wärme von den Molken an der Oberfläche angegriffen, und gab mit denselben eine der Fleischbrühe ähnliche Flüssigkeit.

Indefs von der Milchsäure allein läfst sich die auflösende Kraft des Magensafts nicht ableiten. Es mufs noch eine andere stärkere Säure in diesem enthalten seyn, wovon er das Vermögen hat, Knochen und selbst Steine angreifen zu können. Nach den obigen chemischen Analysen würde dieselbe Phosphorsäure seyn. Diese scheint allerdings einen Bestandtheil des Magensafts auszumachen. In dem Saft des Vormagens von Hühnern, welcher bey diesen Thieren das eigentliche Auflösungsmittel des Futters ist, sahe ich von salpetersaurem Bley, Quecksilber und Silber, so wie von schwefelsaurem Silber Niederschläge entstehen, die auf Phosphorsäure deuteten. Allein ich fand auch, dafs salzsaurer und salpetersaurer Baryt ebenfalls gefällt wurden. In Betreff der Verwandtschaftsstufe des Baryts gegen die Phosphorsäure sind nun zwar die Angaben der Chemiker verschieden t). Doch ist so viel gewifs, dafs der phos-

t) Gren's Handb. der Chemie. 3te Aufl. Th. 2. S. 306. 307. — Sürsen in Scherer's allgem. Journ. der Chemie. B. 8. S. 115. — Pfaff im Nordischen Archiv f. Naturk. u. s. w. B. 4. St. 3. S. 186.

phosphorsaure Baryt von der Salpetersäure aufgelöst wird v). Wenn also auch der Niederschlag, den die salzsaure Schwererde in jenem Versuch bewirkte, von Phosphorsäure entstanden wäre, so hätte doch diese Säure keine Fällung in der salpetersauren Barytauflösung verursachen können. Es mufste also noch eine andere, der Schwererde näher als Salz- und Salpetersäure verwandte Säure in der Flüssigkeit enthalten seyn. Für Schwefelsäure liefs sich diese nicht annehmen, da das schwefelsaure Silber ebenfalls gefällt wurde. Ausser dieser Säure war aber keine andere übrig, worauf man schliefsen konnte, als Flufssäure.

Um diesen Schlufs zu prüfen, brachte ich den Saft des Vormagens von Hühnern, theils blos mit Wasser, theils auch mit etwas Schwefelsäure vermischt, in einem Gefäfs, worüber eine Glastafel lag, zum Kochen. Der Erfolg entsprach zwar jenem Schlufs nicht; an dem Glase war keine Auflösung zu bemerken. Aber ich erwartete selber nicht viel von diesem Versuch. Nach dem Zusatz der Schwefelsäure entwickelte sich beym Kochen so viel Ammonium, dafs das flufssaure Gas, welches vielleicht mit entbunden wurde, gleich wieder neutralisirt werden mufste, und aus dem blos mit Wasser verdünnten Saft konnte schwerlich die blofse Siedewärme das flufssaure Gas austreiben.

Meh-

v) Pfaff a. a. O.

Digitized by Google

Mehrere andere Gründe scheinen mir dagegen zu beweisen, dafs Flufssäure wirklich im Magensaft enthalten, und das Hauptauflösungsmittel der Speisen ist. Nach Plater's Beobachtung wurde ein Onyx in dem Magen einer Henne binnen vier Tagen um den vierten Theil kleiner w). In Reaumur's x) und Spallanzani's y) Versuchen wurden kleine Glaskugeln, die über der Lampe geblasen waren, und welche die Stärke hatten, dafs man sie gewaltsam gegen den Boden werfen konnte, ohne sie zu zerbrechen, in dem Magen eines Kapauns und einer Henne binnen drey Stunden in kleine Stücke zermalmt, deren Enden so rund waren, als wenn sie absichtlich wären abgerundet worden. Selbst Stücke einer Glasscheibe wurden in dem Magen der hühnerartigen Vögel zerrieben, und zwar ohne Verletzung der Magenwände. Dieses Zerreiben läfst sich nicht ohne Hülfe eines chemischen Auflösungsmittels erklären, da dasselbe auch bey Versuchen statt fand, wo der Magen keine Steine enthielt z), und die mechanische Wirkung blos von den Magenwänden herrühren konnte, die nothwendig hätten verwundet werden müssen,

w) M. s. oben §. 2. dieses Kap.

x) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1752. p. 272. 275.

y) Vers. über das Verdauungsgeschäft. S. 10. 13. 15.

z) Spallanzani a. a. O. S. 20.

müssen, wenn nicht ein auflösender Saft die Spitzen der Glassplittern erweicht hätte. Bey einem meiner Versuche über die Verdauung der Hühner bemerkte ich auch, daſs das Email einer porcellanenen Tasse, worin ich den Aufguſs eines Theils der in dem Nahrungscanal befindlichen Materien hatte digeriren lassen, stark angegriffen war. Ich machte diese Bemerkung aber erst, nachdem die bey den Versuchen gebrauchten Tassen schon wieder gereinigt waren, und kann daher die nähern Umstände nicht angeben. — Die auflösende Kraft, die man bey allen diesen Erfahrungen anzunehmen genöthigt ist, läſst sich nur in der Fluſssäure suchen. Die Phosphorsäure wirkt zwar auch einigermaſsen auf Glas und Porcellan, doch nicht in dem Grade, wie man hier voraussetzen muſs.

Jene Hypothese hebt zugleich eine Schwierigkeit, die sonst schwer aufzulösen ist. Bey mehrern Thieren zeigt der Magensaft weder eine freye Säure, noch ein freyes Alkali, und da, wo er jene besitzt, äussert sich dieselbe oft nur durch eine schwache Wirkung auf Pflanzenpigmente. Wie demohngeachtet dieser Magensaft bedeutende auflösende Kräfte haben kann, läſst sich bey der Voraussetzung, daſs Fluſssäure ein Bestandtheil desselben ist, aus Wiegleb's bekannter Erfahrung erklären, nach welcher das fluſssaure Ammonium

noch

noch eben sowohl, wie die freye Flufssäure, die Kieselerde auf dem nassen Wege angreift.

Unsere Hypothese hat endlich nichts, was der Analogie zuwider ist. Man fand die Flufssäure auch schon in den Knochen und im Harn a), und vielleicht wird man sie noch in andern thierischen Substanzen entdecken.

§. 9.

Der Chymus.

Die von dem Magensaft aufgelöste Speise ist eine noch ungleichartige Flüssigkeit, worin sich sehr viel von einer Substanz, die Emmert für Gallerte hält, eine freye fixe Säure, und stark oxydirtes Eisen findet, die aber nicht von der Wärme zum Gerinnen gebracht wird, und überhaupt keinen Eyweifsstoff enthält.

Diese von Emmert b) und Werner c) gemachten Erfahrungen führen auf merkwürdige Resultate. Emmert beobachtete die gallertartige Beschaffenheit des Chymus an einem Pferde, also an einem pflanzenfressenden Thier, dessen Nahrungsmittel vorzüglich durch die darin enthaltenen

a) Berzelius in Gehlen's Journal f. d. Chemie u. Physik. B. 3. S. 1 ff.

b) Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 8. S. 176.

c) Exp. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. p. 15.

nen kleber- und stärkemehlartigen Bestandtheile nährend sind, aber keine Gallerte enthalten. Woher nun die gelatinöse Natur des Speisebrey in den obigen Beobachtungen?

Wir wissen aus dem zweyten Abschnitt des gegenwärtigen Buchs, wo von der vegetabilischen Ernährung die Rede war, dafs beym Keimen der Saamenkörner und Knollen das Stärkemehl in Schleim und Zucker zersetzt wird, und dafs umgekehrt im Stamm und den Zweigen der Schleim und Zucker wieder in Stärkemehl übergeht. Findet ein ähnlicher Procefs etwa bey der thierischen Verdauung statt?

Um hier zu sichern Resultaten zu gelangen, ist es nothwendig, das Verhalten des Eyweifsstoffs, als desjenigen Bestandtheils der thierischen sowohl, als vegetabilischen Körper, welcher vorzüglich nährend ist, und der, seiner Gerinnbarkeit wegen, bey der Verdauung am meisten verändert werden mufs, gegen seine Auflösungsmittel zu untersuchen. Ich habe eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt, und bin dabey auf das Resultat gekommen, dafs der Eyweifsstoff durch einen gewissen Grad von Säurung in Gallerte verwandelt wird; dafs die vereinigte Wirkung von Säuren und Alkalien denselben in den Zustand des Schleims versetzt, und dafs ein höherer Grad der Säurung, besonders

sonders von Metalloxyden, ihn als Faserstoff niederschlägt.

Schon HATCHETT d) bemerkte, daſs Eyweiſs nach langer Einweichung in verdünnter Salpetersäure sich in kochendem Wasser auflöst, und nach dem Abdampfen eine gallertartige Masse liefert, die eben so wie der Leim durch Gerbestoff niedergeschlagen wird. Ich erhielt zuerst eine gelatinöse Materie, als ich eine Auflösung des Eyweiſs in concentrirtem Essig eine Stunde in Kochen erhielt, von Zeit zu Zeit statt des verdünsteten Essigs Wasser nachgoſs, und endlich das niedergeschlagene Eyweiſs durch Filtriren absonderte. Die Auflösung ging nach dem Erkalten in eine weiſsliche Gallerte über, und wurde über dem Feuer wieder flüssig. Doch schlugen sich bey der Wiederholung des Kochens immer noch häutige Concremente nieder, die sich nicht wieder auflösten. Es bildete sich hier also eine der Gallerte zwar ähnliche, doch, wie die fortdauernde Präcipitation des Eyweiſs bewies, noch nicht ganz gleiche Substanz. Eine wahre Gallerte entstand aber, als ich eine Mischung aus zwey Drachmen Eyweiſs, einer halben Unze Phosphorsäure und einer Unze Wasser zwey Stunden in einer Wärme von 60° R. erhielt. Am Ende dieser Zeit hatte sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine weisse, feste

d) Philos. Transact. Y. 1800. P. 2. p. 327.

feste Haut gebildet, unter welcher alles eine wasserhelle, gleichförmige Auflösung war. Erkaltet ging die letztere in eine der Knochengallerte ganz gleiche Masse über, indem sie alles Wasser in sich aufnahm. Mit neu hinzugegossenem Wasser erwärmt, löste sie sich wieder auf, und mit wässrigem Galläpfelaufguſs vermischt, gab sie dasselbe flockenartige Präcipitat, das man aus Knochengallerte mit Gerbestoff erhält.

Läſst man Eyweiſs mit einer nicht zu starken Säure digeriren, und setzt dann ein Alkali hinzu, oder löst man umgekehrt Eyweiſs erst in einer alkalischen Lauge auf, und vermischt dann die Auflösung mit einer nicht zu starken Säure, so schlägt sich zwar ein Theil des aufgelösten Eyweiſs als ein festes Präcipitat nieder; aber ein Theil bleibt mit der Säure und dem Alkali vereinigt, und bildet eine schleimige Masse, die weder wie Gallerte beym Erkalten erstarrt, noch wie Eyweiſsstoff in der Hitze gerinnt, sich also wie thierischer Schleim verhält. In eine ähnliche Masse wird auch Gallerte durch den Einfluſs der Alkalien versetzt.

Ueber die Entstehung des Faserstoffs aus dem Eyweiſs werde ich unten, in der Lehre vom Blute, meine Beobachtungen mittheilen. Hier bemerke ich nur noch, daſs sich bey der Digestion des Eyweiſs mit Säuren immer eine häutige Substanz

Digitized by Google

stanz absondert, welche ganz die Eigenschaften des Faserstoffs hat.

Das Eyweifs löst sich also in Säuren auf, indem es sich dem Zustand der Gallerte nähert, zugleich aber einen geronnenen Theil als Faserstoff zurückläfst. Dieser ist, wie aller Faserstoff, nur mit Hülfe der Wärme in concentrirten mineralischen Säuren, z. B. in Salpetersäure, und nicht anders als mit gänzlicher Veränderung seiner Natur auflöslich. Er wird aber von ätzenden Alkalien aufgenommen, und läfst sich daraus durch Säuren wieder fällen.

Die Gallerte und der Schleim lösen sich sowohl flüssig, als trocken in Säuren völlig auf, und zwar die Gallerte ohne in der Kälte ihre Natur merklich zu verändern.

Eyweifsstoff, Gallerte, Schleim und Faserstoff sind die gemeinschaftlichen und vorzüglich nährenden Grundtheile aller thierischen Organe und Säfte. Der Eyweifsstoff und der Schleim sind auch den Pflanzen eigen. Der vegetabilische Faserstoff scheint von dem animalischen dem Wesen nach nicht verschieden zu seyn. Eigenthümlich dem Thierreiche ist aber die Gallerte, wie das Stärkemehl und das Gummi dem Pflanzenreiche. Diese vegetabilischen Grundtheile werden jedoch, wie die Gallerte, von Säuren, Alkalien und blofsem Wasser aufgelöst.

Wenden

Wenden wir diese Sätze auf den Verdauungsprocefs an, so folgt, dafs der Magensaft vermöge seiner Säure und seines Wassers von den angeführten nährenden Grundtheilen der Thiere und Pflanzen den Eyweifsstoff, die Gallerte, den Schleim, das Stärkemehl und das Gummi auflöst; dafs hingegen der Faserstoff für ihn unauflöslich ist, und dafs auch bey der Aufnahme des Eyweifsstoffs immer ein Niederschlag von Faserstoff erfolgt; endlich dafs jene auflöslichen Substanzen von dem gastrischen Saft als Schleim oder Gallerte aufgenommen werden. Es läfst sich zwar gegen diese Folgerung der Einwurf machen, dafs die Umwandlung des Eyweifsstoffs in Gallerte vermittelst chemischer Mittel nur bey einer Temperatur geschieht, die nicht bey der Verdauung statt findet. Allein wir haben schon oben (§. 7.) gesehen, dafs eine Hauptbedingung des Digestionsprocesses die ungestörte Einwirkung der Nervenkraft auf den Magen ist, und unten werden wir finden, dafs diese Einwirkung in vielen Fällen dem Einflufs einer hohen Temperatur ganz analog ist.

Ueber die Richtigkeit aller dieser Schlüsse können nur Erfahrungen entscheiden. Die oben erwähnten Resultate der Versuche von Emmert stimmen mit denselben schon überein. Ich habe Versuche an Hühnern gemacht, die ebenfalls derselben günstig sind. Von mehrern dieser Thiere,

die

die in Käfigen gehalten wurden, liefs ich einige mit einer Mischung aus vegetabilischer und animalischer Kost, die übrigen blos mit Gerstenkörnern und Wasser füttern. Beyde bekamen dabey Sand und kleine Steine. Die erstern hatten den Tag vor ihrem Tode Gerstenkörner und Küchenabfall, welcher aus Milch, Fleischbrühe und Graupen bestand, erhalten. Bey der Untersuchung ihres Nahrungscanals fand ich den Inhalt deselben von folgender Art.

In dem Kropf war das Futter noch unverändert.

Der Vormagen enthielt Stücke geronnener Milch, aufgequollene Gerstenkörner und saure Molken.

In dem Knorpelmagen fand ich eine grofse Menge Sand und zerriebene Gerstenkörner.

Der dünne Darm war mit einem Brey angefüllt, der bis zu der Gegend, wo sich die Gallengänge in jenen öffnen, eine graue Farbe hatte.

Bis zu jener Stelle erstreckt sich bey den Hühnern das erste Stadium der Verdauung. Hier theile ich meine Beobachtungen nur so weit mit, als sie dieses betreffen. Die weitern Veränderungen des Chylus in den folgenden Theilen des Darmcanals werde ich in der Folge beschreiben.

Der Inhalt des Vormagens färbte Lackmuspapier röthlich, und verbreitete erwärmt einen star-

Digitized by Google

pelmagens hatte, wieder derselbe Geruch nach sauren Molken, den die Materien des Vormagens aushauchten. In der Kälte löste sich die erwähnte braune Wolke wieder auf; die Flüssigkeit bedeckte sich dabey mit einer Haut, gelatinirte aber nicht. Es war also auch hier keine Gallerte vorhanden. Jene Haut aber deutete auf Stärkemehl.

Die andere Hälfte b der vom Eyweifsstoff gereinigten Flüssigkeit B vermischte ich mit einer gleichen Menge ätzender Kalilauge, liefs die Mischung gelinde aufkochen, und setzte nach dem Erkalten geistigen Galläpfelaufgufs hinzu. Es entstand hierauf ein starkes, körniges, braunes Präcipitat. Dieses mufste von einer thierischen Substanz herrühren. Das ätzende Kali fället zwar auch den blofsen Gerbestoff aus seiner Auflösung. Aber dieser Niederschlag erscheint als eine braune oder gelbliche Wolke, nicht als eine körnige Materie. Ein ganz ähnliches Präcipitat erhielt ich dagegen, als ich eine durchgeseihete Auflösung von Nasenschleim in verdünnter Salpetersäure mit ätzendem Kali und Galläpfeltinktur vermischte. Der Gerbestoff scheint hier, verbunden mit thierischem Schleim, durch das Kali gefällt zu werden. Diese Versuche beweisen also, dafs ein Theil der Flüssigkeit des dünnen Darms aus thierischem Schleim bestand. Es frägt sich indefs, ob dieser Schleim verähnlichter Nahrungssaft, oder blos

Darm-

Darmschleim war? Daſs er zum Theil aus Darmschleim bestand, ist allerdings möglich. Daſs er aber nicht gröſstentheils von assimilirten Nahrungsmitteln herrührte, läſst sich kaum bezweifeln, da es sonst nicht einzusehen ist, was der eigentliche, zur Einsaugung bestimmte Nahrungssaft gewesen seyn sollte.

Die Resultate dieses Versuchs waren also folgende. Der Knorpelmagen enthielt weiter keine aufgelöste Substanz' als Fleischextrakt, welches aber wohl nicht blos von der Fleischbrühe, womit die Hühner gefüttert waren, sondern auch von dem gastrischen Saft herrührte, da ich den Geruch desselben auch an dem Chymus von Thieren, die blos Pflanzennahrung erhalten hatten, bemerkt habe. Die Auflösung des Futters geht bey den Hühnern erst im Anfange des dünnen Darms vor sich. In diesem fanden sich an aufgelösten thierischen Substanzen Eyweiſsstoff, Stärkemehl und thierischer Schleim. Der Eyweiſsstoff war aber in zu geringer Quantität vorhanden, als daſs er bey der Ernährung von Wichtigkeit seyn konnte. Nur das Stärkemehl und der Schleim lieſsen sich für aufgelöste und zur Verwandlung in Chymus vorbereitete Substanzen annehmen.

Bey einem der übrigen Hühner, die blos mit Gerstenkörnern und Wasser gefüttert waren, ent-

 hielt

Digitized by Google

hielt der Nahrungscanal bis zum Eintritt der Gallengänge folgende Materien.

Im Kropf fanden sich blos unveränderte Gerstenkörner. Der Vormagen enthielt einen weissen Saft ohne Futter. Der Knorpelmagen war mit zerriebenen Körnern, und der Zwölffingerdarm mit einem grauen Brey angefüllt.

Wie in dem vorigen Versuch zeigte auch hier blos der Saft des Vormagens eine Säure, und dieser verbreitete erwärmt einen scharfen Fleischgeruch. Die übrigen Materien des Nahrungscanals reagirten weder sauer, noch alkalisch.

Auf den Inhalt des Knorpelmagens gegossenes kaltes Wasser wurde weifs und undurchsichtig. Galläpfelaufgufs schlug aus demselben nichts nieder. Weingeist und Schwefeläther fällten eine geringe Menge Eyweifsstoff. Ich erhielt den Aufgufs eine Stunde in einer Wärme von 60 bis 70° R. und prüfte ihn dann von neuem mit Galläpfelaufgufs; es entstand Trübung, doch kein vollständiger Niederschlag. Ich gofs von neuem Wasser auf den unaufgelösten Rückstand, und brachte dieses zum Kochen. Jetzt entwickelte sich deutlich der Geruch des Stärkemehls. Zugleich wurde der untere Theil der Flüssigkeit klebrig, wie gekochte Stärke. Als der Aufgufs durchgeseibet und erkaltet war, hatte sich ein Bodensatz von kleinen weissen Körnern gebildet, die ganz das Ansehn

Digitized by Google

sehn des weissen Satzmehls (fecula) hatten. Der auf dem Filtrum gebliebene Rückstand war eine gelbliche, klebrige Materie, die sich in ätzendem Natrum selbst beym Kochen nicht ganz auflöste, und meist aus vegetabilischen Fasern zu bestehen schien.

Von der breyartigen Materie, womit der obere Theil des dünnen Darms angefüllt war, nahm kaltes Wasser so wenig auf, dafs kaum die Farbe desselben dadurch verändert wurde. Als der Aufgufs eine Stunde in einer Wärme von 60 bis 70° R. gestanden hatte, war ein Theil des Chymus aufgelöst worden. Nach dem Erkalten setzte sich wieder ein weisses Pulver ab, das sich wie weisses Satzmehl verhielt. Die durchgeseihete Abkochung gab mit Galläpfelaufgufs einen Niederschlag, welcher ebenfalls weisses Satzmehl enthielt. Weingeist schlug, selbst als die Mischung zum Kochen gebracht war, keinen Eyweifsstoff nieder. Galläpfelaufgufs und ätzendes Kali, welche zu dieser Mischung mit Weingeist gesetzt wurden, fällten blofsen Gerbestoff ohne Schleim. Der auf dem Filtrum gebliebene Rückstand wurde von ätzendem Kali aufgelöst, und durch Essigsäure wieder gefällt; der Niederschlag hatte das Ansehn des vegetabilischen Eyweifsstoffs.

In diesem Versuch, wo das Thier blos mit einer vegetabilischen Substanz gefüttert war, de-

Digitized by Google

pen und Insekten beobachtet g). Ich sahe sie unter andern beym Dytiscus marginalis L. und Scarabaeus nasicornis L. sehr lebhaft vor sich gehen. Bey den Krähen, Reihern und mehrern andern Vögeln, die zwar keinen so starken Magen wie die Hühner haben, bey welchen dieser Theil aber auch aus ziemlich starken Muskelfasern besteht, äussert derselbe seine Contraktilität dadurch, dafs schwache, von dünnem Bley verfertigte Röhren durch ihn eingedrückt, und selbst stärkere Röhren, die eine längere Zeit in ihm verweilen, an den Rändern eingebogen werden h). Bey lebendig geöffneten Amphibien und Säugthieren findet man den Magen zuweilen in Ruhe, oft aber auch in Bewegung. Eine Menge hierher gehöriger Beobachtungen enthalten Wepfer's Historia cicutae aquaticae, Peyer's Merycologie, Haller's Elemente i) und Spallanzani's Werk über die Verdauung k). Bey den Fischen mufs jene Bewegung träger seyn, da sie bey diesen noch nicht beobachtet ist.

Die Zusammenziehung des Magens wechselt mit einer Ausdehnung desselben ab, und zwar zieht

g) Haller l. c. §. 7. p. 270. — Ramdohr's Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 28.

h) Spallanzani a. a. O. S. 54.

i) L. c.

k) S. 214. 216.

Digitized by Google

zieht er sich nicht in seinem ganzen Umfange, sondern stellenweise zusammen, so dafs bald ein Theil constringirt wird, indem ein anderer erschlafft, und bald der letztere sich wieder zusammenzieht, indem jener sich erweitert. Die zusammengezogenen Stellen werden dicker und runzlich. Der Magen ändert daher, wenn er in Bewegung ist, immer seine Gestalt, und hat dann oft ein gegliedertes Ansehn.

Im Allgemeinen ist daher die Bewegung eine wurmförmige. Sie geht bald von oben nach unten, bald wieder von unten nach oben. Dieser Wechsel von gerader und rückgängiger Bewegung scheint aber nur so lange statt zu finden, bis die Speisen durch den Magensaft aufgelöst sind. Bis dahin ist wahrscheinlich der untere Magenmund verschlossen. Sobald aber die Auflösung vor sich gegangen ist, öffnet sich dieser; die peristaltische Bewegung geht dann nach unten, und der Speisebrey wird in den Zwölffingerdarm ausgeleert.

Haller und mehrere andere Schriftsteller haben ausser der Zusammenziehung des Magens noch den Druck des Zwerchfells und der Bauchmuskeln als mitwirkend bey der Ausleerung der Speisen angenommen. Durch das Zwerchfell, sagt Haller, werden beym Einathmen alle in dem Bauchfell befindlichen Eingeweide, besonders der vordere Theil der Leber und der Magen, zusammen-

mengedrückt; die Bauchmuskeln, setzt er an einer andern Stelle hinzu, kann man als einen grofsen, an den Wirbelknochen befestigten, und vorne um das Bauchfell gelegten Gürtel betrachten, welcher bey seiner Zusammenziehung alle Baucheingeweide an den Rücken drückt und ausleert l). Diese Ursachen können aber im gesunden Zustande nicht von grofser Wichtigkeit seyn. Der Druck des Zwerchfells findet blos bey den Säugthieren statt. Zum Beweise der Wirkung dieses Theils auf den Magen führt zwar Haller eine Beobachtung von Wepfer aus Peyer's Merycologie (p. 275.) an, nach welcher aus einer Magenwunde eines Kalbes der Speisebrey auf weiter als einen Schritt hervorgesprützt wurde, und zwar nicht anhaltend, sondern nur von Zeit zu Zeit. Aus dem letztern Umstand schliefst Haller, dafs das Hervordringen nicht *durch die Zusammenziehung* des Magens, welche anhaltend wirke, sondern durch den Druck des Zwerchfells verursacht sey. Aber Wepfer sagt nirgends, dafs das Ausfliefsen des Speisesafts mit dem Einathmen in einer Beziehung gestanden habe. Auch ist es eine unrichtige Behauptung, dafs die Zusammenziehung des Magens anhaltend wirke.

Anders aber ist es beym Erbrechen, wo die Speisen auf einem ungewöhnlichen Wege ausgeleert

l) Haller l. c. §. 2. 3. p. 258. 259.

Digitized by Google

leert werden. Schon CHIRAC m) und FRANZ BAYLE n) bemerkten, dafs der Magen der Säugthiere sich hierbey leidend zu verhalten schiene, und die Resultate der Versuche MAGENDIE's o) stimmen mit dieser Beobachtung überein. Nach des letztern, von Commissarien des Französischen Instituts wiederholten, und richtig befundenen Erfahrungen bemerkt man bey Hunden, denen durch Brechmittel Brechen erregt ist, in der geöffneten Bauchhöhle keine Zusammenziehungen des Magens, wohl aber eine starke, von den Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln herrührende Pressung. Während der dem Erbrechen vorhergehenden Uebelkeit tritt immer Luft in den Magen. Wird derselbe aus der Oeffnung der Bauchdecken hervorgezogen, so dafs diese und das Zwerchfell nicht auf ihn wirken können, so erfolgt keine Ausleerung desselben, obgleich das Thier dieselben Anstrengungen wie beym Erbrechen macht. Diese Anstrengungen werden bey einem geöffneten Hund schon durch ein gelindes Ziehen des Schlundes erregt. Sie erfolgen sogar, wenn nach der völligen Exstirpation des Magens eine Auflösung von Brechweinstein in die Cruralvene gesprützt wird. Die Zusam-

m) Ephemer. Nat. Curios. Dec. 2. Ann. 4. 1686. Obs. 125.

n) De corpore animato. Tolos. 1700.

o) Mémoire sur le vomissement. Paris. 1815.

Bey einem Wolfe, dem die Wurzel des Eisenhütlein (radix napelli) gegeben war, zog sich der Magen abwechselnd bald am Pylorus, bald in der Mitte zusammen r).

Ein ähnlicher Wechsel von Zusammenziehungen fand bey einer Katze statt, die Jalappe erhalten hatte s).

Bey einer Wölfin, die den Saft des Schierlings bekommen hatte, fand Wepfer am obern Theile des Magens, anderthalb Zoll weit von der Cardia, eine so anhaltende Zusammenziehung, daſs der Magen wie aus zwey Theilen bestehend aussahe t).

Die merkwürdigste unter Wepfer's Beobachtungen ist aber die, welche er an einer mit der Wurzel des Eisenhütlein vergifteten Katze machte. Hier war der Magen sehr ausgedehnt. Wepfer schnitt ihn ganz heraus. Es erfolgte in demselben eine wurmförmige Bewegung. Dann zog sich das obere Magen-Ende so fest zusammen, daſs auch nicht ein Tropfen herausdringen konnte. Nun erfolgte eine Zusammenziehung der Mitte des Magens, und von dieser ging eine langsame Bewegung nach dem Pylorus hin. Der letztere richtete sich auf, und es drang eine helle, theils schau-

r) Wepfer hist. cicutae aquat. p. 179.

s) Ibid. p. 221.

t) Ibid.

schaumige, theils zähe Flüssigkeit, zuweilen allmählig, zuweilen stoſsweise daraus hervor. Jetzt zog sich der Pylorus zusammen; der Magen schwoll wieder an; es erfolgte von neuem in der Mitte desselben eine Zusammenziehung, und von neuem ein Hervordringen von Flüssigkeit aus seinem untern Ende. Diese abwechselnde Zusammenziehung und Erweiterung hielt sieben bis acht Minuten an, und das obere Magen-Ende blieb dabey immer verschlossen v).

Wepfer wendet diese Beobachtungen auf die Erklärung der Thatsache an, daſs beym Erbrechen nicht immer alle genossene Speisen ausgeleert werden, und führt das Beyspiel eines Mönchs an, der, wenn er fette Sachen genossen hatte, bald nach der Mahlzeit Erbrechen bekam, wobey blos das Fett, welches als die leichtere Flüssigkeit die obere Höhlung des Magens einnahm, ausgebrochen wurde w).

Auch Haller x) fand häufig eine Zusammenziehung in der Mitte des Magens. Indeſs blieben diese Beobachtungen immer unbeachtet. Erst Home y) erkannte die Wichtigkeit derselben, verfolgte sie weiter, und zeigte, daſs jene Verengerung

v) Ibid. p. 177.

w) Ibid. p. 187.

x) L. c. §. 5. p. 263. §. 12. p. 282.

y) Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 139.

Digitized by Google

Weg, sondern gelangt unmittelbar in den dritten Magen. Dieser steht durch eine Rinne, die sich nach Beschaffenheit der Umstände entweder schliefst, indem sich ihre Seitenränder an einander legen, oder öffnet, indem sich dieselben von einander entfernen, unmittelbar mit dem Schlunde in Verbindung, und der letztere öffnet sich unten an derselben Stelle, wo die drey ersten Magen in einander übergehen. So tritt das Futter, wenn die Ränder jenes Canals offen sind, in den ersten Magen, und dieses Offenstehen findet beym Verschlucken der rohen Speise statt; der Zugang zu den beyden ersten Magen ist hingegen versperrt, und das wiedergekäuete Futter wird gerades Weges zum dritten Magen gebracht, wenn jene Ränder geschlossen sind. Durch den erwähnten Canal gehen, wie Camper glaubte, auch alle Flüssigkeiten in den dritten Magen, *ohne den* ersten und zweyten zu berühren. Es läfst sich indefs nicht läugnen, dafs diese Meinung keinesweges bewiesen ist. Unter andern steht ihr der Umstand entgegen, dafs auch das Faulthier, welches doch nicht wiederkäuet, jene Rinne besitzt d).

Im dritten Magen mufs eine Zersetzung der Speise vorgehn, indem eine grofse Menge Luft in

d) Vink's Vorlesungen über das Wiederkäuen des Rindviehs. A. d. Holländ. übers. Leipzig. 1779. — Wiedemann in dessen Archiv für Zoologie u. Zootomie. B. 1. St. 1. S. 149.

Digitized by Google

in demselben entbunden, und jene hier in eine homogene Masse verwandelt wird. Der eigentliche Verdauungsprocefs geht jedoch erst im vierten Magen vor sich, wo zahlreiche Drüsen ihren Saft auf den Speisebrey, der im dritten Magen noch wenig Flüssigkeit hatte, ergiefsen.

Das Wiederkäuen scheint blos bey den Thieren der Rinderfamilie eine beständige Funktion zu seyn. Man hat zwar noch bey andern Thieren, und sogar bey manchen Insekten, besonders den Heuschrecken, eine Rumination angenommen, aber gewifs mit Unrecht. Die Zähne dieser Insekten dienen gar nicht, wie es beym Wiederkäuen seyn müfste, zum Zerreiben, sondern blos zum Zerschneiden der Speise. Das Zerreiben der letztern geschieht erst in dem knorpelartigen Magen jener Thiere. Manche geben zwar, wenn sie geängstigt werden, das genossene Futter wieder von sich. Dies thun aber, wie schon Ramdohr e) erinnert hat, auch Insekten, bey welchen man auf keinen Fall ein Wiederkäuen annehmen kann.

Indefs giebt es ausser der Rinderfamilie noch Thiere, die zwar nicht beständig, doch zu gewissen Zeiten wiederkäuen. Zu diesen gehört der Hase, das Kaninchen und der Känguruh. Der letztere

e) Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 18.

letztere scheint nur wiederzukäuen, wenn er hartes Futter bekommen hat. Die übrigen Säugthiere ruminiren nicht. In Hinsicht auf die Struktur des Magens schliefsen sich aber an den Hasen und das Kaninchen die übrigen Nagethiere und mehrere Fledermäuse, so wie an den Känguruh die Familie der Schweine, die der Wallfische und das Faulthier zunächst an. Der Magen des Hasen und Kaninchen besteht aus zwey Abtheilungen, und so auch der der meisten übrigen Nagethiere und verschiedener Fledermäuse. Bey dem Känguruh giebt es einen Magen, der bey gewissen Veranlassungen in eine gröfsere Menge Abtheilungen, als irgend ein anderer, geschieden ist. Jede dieser Abtheilungen gleicht einem Darmstück. Er hat dabey zwey blinde Anhänge an der obern Magenöffnung. Durch ähnliche Säcke an der Cardia zeichnen sich die meisten schweineartigen Thiere, durch einen vielfachen Magen aber die Wallfische und das Faulthier aus f).

Unter den Vögeln haben die körnerfressenden Arten in Betreff der Verdauung eine grofse Aehnlichkeit mit den Wiederkäuern. Wie bey den letztern das Futter unzermalmt in den ersten und zweyten Magen kömmt, und erst, nachdem es in diesen Behältern erweicht ist, gekäuet, mit Speichel vermischt, und den beyden letzten Magen zur

f) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 3. p. 390.

Digitized by Google

zur Verwandlung in Speisebrey zugeführt wird, so gelangt auch bey jenen Vögeln die Speise unzermalmt in den Kropf; dieser wirkt eben so auf dieselbe, wie die beyden ersten Magen der Rinder; der knorpelartige Magen aber thut das Nehmliche, was bey den Wiederkäuern die Bakkenzähne verrichten g).

Bey den übrigen Vögeln, und noch mehr bey den Amphibien und Fischen, ist der Magen weit einfacher, als bey den Säugthieren. Bey vielen Fischen läfst sich gar keine Gränze zwischen diesem Organ und dem übrigen Nahrungscanal angeben. Von sehr verwickeltem Bau ist hingegen der Magen bey den meisten Insekten. Viele kommen in der Struktur desselben mit den körnerfressenden Vögeln überein. Dies ist der Fall mit den sämmtlichen Arten der Heuschreckenfamilie (Orthoptera Oliv.) und mit vielen Käfern, z. B. Carabus, Dytiscus, Curculio, Tenebrio. Es giebt hier einen weiten Kropf, der beym Dytiscus marginalis L. auf seiner innern Fläche mit deutlichen Drüsen besetzt ist; und einen kleinen schwielenartigen Magen, in welchem sich Zähne, hornartige Blätter, Borsten oder Haarbüschel befinden h).

Viele

g) Spallanzani a. a. O. S. 146. — Home, Philos. Transact. Y. 1810. P. 2.

h) Vergl. §. 5. dieses Kap.

Viele andere Insekten haben mehrere Magen, die zum Theil von einer Gestalt sind, wovon es bey den übrigen Thieren nichts Aehnliches giebt. In dieser Rücksicht zeichnen sich vorzüglich die wanzenartigen Insekten (Ryngota Fabr.) aus. Indeſs hält es schwer, zu bestimmen, wo bey diesen Thieren der Anfang und das Ende des Magens ist. Ramdohr i) nimmt die Stelle, wo sich die Gallengefäſse in den Nahrungscanal öffnen, für das Ende des Magens an. Allein diese Gefäſse inseriren sich bey mehrern Geschlechtern, z. B. den Wanzen und Spinnen, so nahe am After, daſs hier, bey Ramdohr's Eintheilung, fast der ganze Nahrungscanal ein Magen seyn und beynahe gar kein Darm übrig bleiben würde.

Es läſst sich, dieser Ungewiſsheit halber, die Untersuchung der Funktionen des Magens bey den Insekten, und überhaupt bey den Thieren der niedern Classen, von der Betrachtung der Verrichtungen des Darmcanals nicht wohl trennen. Doch ist, wenn man die Reihe der sämmtlichen Thiere in Hinsicht auf die verschiedene Bildung des Magens durchgeht, und auch die Gränzen des letztern unbestimmt läſst, so viel einleuchtend, daſs zwar die Struktur dieses Organs in einer gewissen Beziehung mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel steht, daſs diese Regel aber sehr viele

i) A. a. O. S. 7.

Digitized by Google

viele Ausnahmen hat, und daſs sich aus der Gleichheit der Nahrungsmittel keinesweges auf einerley Bildung des Magens schlieſsen läſst.

Fleischspeisen sind im Allgemeinen verdaulicher als vegetabilische Nahrungsmittel. Von zwey Hühnern, wovon das eine mit Gerste, das andere mit Fleisch gefüttert wurde, behielt jenes das Futter immer sechszehn bis zwanzig Stunden, dieses nur acht bis zehn Stunden im Kropfe, obgleich dieses jedesmal doppelt so viel als das erstere fraſs k). Die fleischfressenden Thiere haben daher einen einfachern Magen, als die kräuterfressenden Arten. Aber unter den vegetabilischen Substanzen sind auch einige leichter, andere schwerer verdaulich. Zu jenen gehören die Baumfrüchte, zu diesen die Gräser. Von jenen nähren sich unter andern das Eichhorn und die Meerkatzen. Diese haben daher einen Magen, der sich an Einfachheit dem der fleischfressenden Thiere nähert l). Die Gräser hingegen sind ganz unverdaulich schon für den Menschen, und noch mehr für die rein fleischfressenden Thiere. Bey den Wiederkäuern, deren Hauptnahrungsmittel Gräser sind, giebt es daher Verdauungsorgane von sehr zusammengesetztem Bau.

Allein

k) Neergard's vergl. Anat. u. Physiol. der Verdauungswerkz. der Säugth. u. Vögel. S. 167.

l) Home, Philos. Transact. Y. 1807. P. 1. p. 170.

Allein das Pferd ist ebenfalls grasfressend, und hat doch einen sehr einfachen Magen. Die Wallfische hingegen, fleischfressende Thiere, haben einen sehr zusammengesetzten Magen. Aehnliche Ausnahmen von der obigen Regel kommen vorzüglich bey den Insekten vor, wie schon Ramdohr m) bemerkt hat. Hier hat die Bildung sowohl des Magens, als des Nahrungscanals überhaupt, auf die Beschaffenheit der Nahrungsmittel sehr wenig Beziehung.

Die Nahrungsweise ist es daher keinesweges allein, welche die Bildung des Magens bestimmt. Die ganze übrige Organisation hat auf diese Einfluſs. In einiger Beziehung steht dieselbe mit der Beschaffenheit der Zähne. So haben alle wiederkäuende Thiere mit Hörnern einerley Struktur des Magens, so wie alle mit Hauzähnen *versehene* Säugthiere. Doch giebt es auch hiervon Ausnahmen. Das Faulthier hat einen ähnlichen Magen, aber ein ganz anderes Gebiſs, wie die Wiederkäuer n). Mehr Beziehung als mit irgend einem andern Organ scheint mir der Magen mit den Organen der willkührlichen Bewegung zu haben. Unter den Säugthieren haben alle, die mit Händen versehen sind, einerley Magen; ferner alle, deren Huf gespalten ist, und auch alle einhufige Arten.

m) A. a. O. S. 41.

n) Home a. a. O. p. 169.

Digitized by Google

Arten. Unter den Insekten findet, wie wir im ersten Bande der Biologie (S. 363.) gesehen haben, die Regel statt, dafs die Länge des Nahrungscanals im umgekehrten, die Weite desselben im geraden Verhältnifs mit der Zahl der Gelenke steht. Die Raupen und die Asseln (Oniscus), zwey sehr verschiedene Insektenarten, die aber in der Bildung der Bewegungsorgane einander verwandt sind, stehen sich daher in der Struktur des Magens ziemlich nahe. Allein auch diese Beziehung wird durch andere Umstände modifizirt. Die Spinnen und die Phalangien, die sich in der Form der Bewegungsorgane sehr nähern, sind in der Gestalt des Nahrungscanals so weit wie möglich von einander entfernt.

Aus allem diesem folgt, dafs es Formen des Magens giebt, die keinesweges eine Beziehung auf die Verdauung haben, sondern welche Resultate der Sympathie oder des Antagonismus sind, worin der Nahrungscanal mit dem übrigen Organismus steht. Bey manchen Thieren lassen sich die Zwecke dieser Formen mit ziemlicher Gewifsheit angeben. So zerästeln sich auf der innern Fläche des Nahrungscanals beym Cobitis fossilis ungewöhnlich viele Arterien und Venen. Aber hier dient jener Canal zugleich als Respirationsorgan, und vorzüglich als solches ist er so reich an Blutgefäfsen. So giebt es bey den Schmetterlingen

lingen und den zweyflügligen Insekten einen häutigen Sack, welcher sich in den Schlund öffnet und ein Speisesack zu seyn scheint o), der aber in der That ein Saugwerkzeug ist p). Solcher Bildungen sind vielleicht noch viele andere vorhanden.

Alle Formen des Magens aber, die sich auf die Verdauung beziehen, haben wahrscheinlich einen doppelten Nutzen, einen mechanischen, oder einen chemischen. Der mechanische ist, die Speise zu zerreiben und inniger zu mengen, oder sie zurückzuhalten, um sie dem Einfluſs des Magensafts desto länger auszusetzen; der chemische, ihr eigene auflösende Säfte beyzumischen. Zum Zerreiben der Speisen dienen alle Arten von Magen, die cartilaginös, schwielenartig, oder mit Zähnen bewaffnet sind. Auf die innige *Vermischung* der Speisen zweckt vielleicht die an dem Magen der Raupen befindliche Struktur ab, welche in zwey längslaufenden, starken Sehnen besteht, die durch viele queerlaufende Sehnen mit einander verbunden sind. Das Zurückhalten der Speisen scheint die Bestimmung aller Verengerungen des Magens, besonders der blinden Seitenbehälter zu seyn, womit derselbe bey dem Känguruh, den schweineartigen Thieren, und mehrern

Insek-

o) So nennt ihn auch Ramdohr (a. a. O. S. 11.).

p) Vergl. §. 5. dieses Kap.

Insekten, vorzüglich den Phalangien, versehen ist. Endlich ein Beyspiel von einer Bildung des Magens, die ohne Zweifel den erwähnten chemischen Zweck hat, finden wir unter andern beym Bieber. Dieser hat neben der obern Magenöffnung eine grofse Drüse, welche einen schleimigen Saft absondert q). Der eigentliche Magensaft wird durch die Schlagadern des Magens secernirt. Jener mufs also von diesem verschieden seyn.

§. 11.

Ausleerung des Magens.

Bey den meisten Thieren geht im gesunden Zustande alle in dem Magen aufgenommene Speise durch den Pylorus zum Zwölffingerdarm, und nur in Krankheiten wird ein Theil derselben durch Erbrechen ausgeleert. Einige Thiere aber giebt es, bey welchen das Erbrechen eine regelmäfsige Funktion ist. Hierher gehören die Reiher, Adler, Falken und Krähen, mehrere Fische, z. B. die Karpfen, Barben und Hechte, und unter den Insekten die Bienen. Jene Vögel brechen alles wieder aus, was sie nicht verdauen können, besonders die Federn und Haare der verschluckten Thiere. Bey den Adlern und Falken erfolgt diese Ausleerung alle vier und zwanzig Stunden nur

Ein

q) Home a. a. O. p. 147.

Ein mal, bey den Krähen weit öfterer r). Die erwähnten Fische geben unverdauliche Sachen schon nach einigen Stunden wieder von sich s). Bey den Bienen verwandelt der erste Magen einen Theil des eingesogenen Blumensafts in Honig, und excernirt ihn durch Erbrechen wieder. Das Uebrige geht in den Darmcanal über, und wird zur Ernährung der Biene verwandt t).

Die Ausleerung des Magens muſs aber, je nachdem die Speisen mehr oder weniger verdaulich sind, in verschiedenen Zeiten vor sich gehen, und von mehrern zu einerley Zeit genossenen Nahrungsmitteln müssen die schwerern länger als die leichtern durch den Magen vermittelst seines Vermögens, sich durch Zusammenziehung einzelner seiner Theile in mehrere Fächer abzusondern, zurückgehalten werden. Hiermit *stimmen* auch die Erfahrungen des Waläus v) überein. Nach diesen umfaſst der Magen jede Speise, wenn sie auch nur einige Unzen beträgt, von allen Seiten, wie ein zusammengezogener Beutel eine

r) Spallanzani a. a. O. S. 56. — Reaumur, Mém. de l'Acad. des sc. à Paris. A. 1752 p. 472.

s) Spallanzani a. a. O. S. 131.

t) Reaumur Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. V. P. 2. Mém. 8. p. 87. der Oct.Ausg. — Vergl. Haller El. Phys. T. VI. L. 19. S. 4. §. 14. p. 290. 291.

v) L. c.

Digitized by Google

eine Kugel; zugleich verengert sich der obere und untere Magenmund. Doch scheint die untere Magenöffnung mehr zusammengefallen, als zusammengezogen zu seyn, da sie den Speisebrey beym geringsten Druck ausfliefsen läfst. Die im Magen befindliche Speise wird durch und durch nafs, dann porös und schwammig. Hierauf zerfällt sie in kleine Stücke, und bekömmt die Consistenz eines dünnen Gerstenschleims; nun geht sie in den Darmcanal über. Diese Veränderungen treten aber nicht immer und nicht bey jeder Speise in gleicher Zeit ein. Sie erfolgen schneller am Tage und bey weniger, dünner, gut gekäueter Speise; langsamer in der Nacht, und bey vieler, dicker und in grofsen Stücken verschluckter Nahrung. Auch wird das leichter Verdauliche durch das schwerer Auflösliche im Magen nicht aufgehalten, sondern jede Speise wird, sobald sie aufgelöst ist, in den Darmcanal gebracht, wenn auch der Magen mit der Verdauung des Uebrigen noch beschäftigt ist.

Waläus versichert, alle diese Erfahrungen an Hunden gemacht zu haben, die er zu verschiedenen Zeiten nach dem Fressen lebendig öffnete. Es ist mir inzwischen nicht wahrscheinlich, dafs alle jene Sätze unmittelbare Resultate dieser Versuche sind. Manche scheinen aus andern Wahrnehmungen abgeleitet zu seyn. So sehe ich nicht ein,

ein, wie Waläus durch Vivisektionen hat ausmachen können, daſs die Verdauung am Tage schneller als in der Nacht vor sich geht. Doch das Hauptresultat jener Beobachtungen, daſs der Magen das Vermögen besitzt, die schwerer verdauliche Speise zurück zu halten, indem er die leichter verdauliche, schon aufgelöste, dem Darmcanal übergiebt, läſst sich nicht in Zweifel ziehen, da mit dieser sowohl andere ältere, schon von Haller w) gesammelte Erfahrungen, als die Versuche von Gosse übereinstimmen. Gosse besaſs das Vermögen, sich durch verschluckte Luft Erbrechen zu erregen. Indem er dieses Mittel einige male nach dem Mittagsessen anwandte, erhielt er folgende Resultate. Eine halbe Stunde nach der Mahlzeit war das Essen fast noch ohne alle Veränderung; es hatte noch den vorigen Geschmack, beynahe noch das vorige Gewicht, *und nur eine* geringe Zumischung von Magensaft. Ein ähnliches Essen, nach einer Stunde ausgebrochen, war in Brey verwandelt, und mit einer groſsen Menge Magensaft vermischt. Der Geschmack aber hatte sich noch wenig verändert. Zwey Stunden nach einer ähnlichen Mahlzeit waren die Nahrungsmittel ganz in dem nehmlichen Zustande, wie in dem vorigen Versuch. Aber es wurde jetzt nur die Hälfte des Genossenen ausgebrochen x).

§. 12.

w) L. c. §. 11. p. 279.

x) Spallanzani a. a. O. S. 396 ff.

§. 12.

Uebergang der flüssigen Nahrungsmittel aus dem Magen in die Masse der Säfte.

Es giebt einige Thiere der niedern Classen, bey welchen die Verdauung noch einige Zeit fortdauert, nachdem die Bauchhöhle geöffnet und der Nahrungscanal entblöfst worden ist, und andere, deren Körper so durchsichtig ist, dafs sich die Veränderungen, die in den Digestionsorganen bey der Verdauung vorgehen, beobachten lassen. Zu jenen gehören die Insekten; dieses ist unter andern bey dem Argulus foliaceus Jur. der Fall. Um noch weitere Aufklärungen über den Procefs der Verdauung zu erhalten, wird es zweckmäfsig seyn, die Erscheinungen, die sich bey jenen Thieren während der Digestion zeigen, in Erwägung zu ziehen.

Bey Insekten, die man lebendig unter Wasser geöffnet hat, dauern oft in der äussern muskulösen Magenhaut ringförmige Zusammenziehungen noch eine Zeit lang fort, und durchlaufen den Magen von vorne nach hinten. Zwischen der äussern und innern Haut zeigt sich dann der durch die innere Haut durchschwitzende Chylus als eine bräunliche Feuchtigkeit y). — Bey dem Argu-

y) Ramdohr im Mag. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 1. Quart. 3. S. 212. — Ebendesselben Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 28.

Argulus foliaceus, der schon oben z) erwähnten Art von Kiemenfüſslern, die parasitisch auf mehrern Fischen lebt, und sich durch einen Saugrüssel nährt, sahe Jurine a) die Verdauung auf folgende Art vor sich gehen. Die im Magen und dessen ästigen Anhängen befindliche Nahrungsmaterie wurde unaufhörlich durch eine peristaltische Bewegung hin und her getrieben. Der in den Anhängen enthaltene Chylus verschwand dabey plötzlich, floſs dann wieder in den Magen zurück, und kam nachher in jenen ästigen Theilen von neuem zum Vorschein. So ging hier die Verdauung der Speise und die Absonderung der nährenden Theile in dem Magen vor sich. Der auszuleerende Theil der Nahrungsmittel gelangte aus dem Magen gerades Weges zum Blinddarm, verweilte hier, indem er eine dunklere Farbe annahm, und gelangte dann stückweise *in den Mast*darm, woraus er excernirt wurde.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daſs bey den Thieren der niedern Classen schon im Magen ein Theil der verdauten Nahrungsmittel unmittelbar in die Masse der Säfte übergeht, ohne durch den Darmcanal geführt zu werden. Es läſst sich also fragen: Ob auch bey den Thieren der höhern Classen ein ähnlicher Uebergang statt findet? Man hat

z) S. 244.

a) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. VII. p. 439.

Digitized by Google

hat um so mehr Grund, diese Frage aufzuwerfen, da es nicht unwahrscheinlich ist, dafs Flüssigkeiten, besonders reines Wasser, welches zugleich mit fester Speise in den Magen gelangt ist, keiner so weitläuftigen Vorbereitung als die letztere bedarf, um dem Blute zugemischt zu werden.

Es ist auffallend, dafs kein älterer Physiologe die Frage, wie Flüssigkeiten und feste Substanzen, die zu gleicher Zeit in den Magen aufgenommen sind, assimilirt werden können, ohne einander bey der Verdauung hinderlich zu seyn? einer Untersuchung gewürdigt hat. Man kannte schon lange die Thatsache, dafs oft in der Mitte des Magens eine anhaltende Zusammenziehung statt findet; man wufste, dafs bey dem Bieber die eine Zelle des Magens Flüssigkeit, die andere feste Speise enthält b). So nahe indefs die Anwendung dieser Beobachtungen auf die Beantwortung der obigen Frage lag, so blieben dieselben doch immer unbeachtet. Home hat das Verdienst, sie zuerst gewürdigt, weiter verfolgt, und zur Auflösung des obigen Problems benutzt zu haben.

Nach Home's Versuchen c) sind die genossenen Flüssigkeiten vorzüglich in der Cardiacal-Abtheilung

b) Haller l. c. §. 5. p. 263. §. 12. p. 282.

c) Philos. Transact. Y. 1808. p. 45. 133.

theilung des Magens enthalten; die Speise ist gewöhnlich von gleichförmiger Consistenz, wenn sie sich in der pylorischen Abtheilung befindet; die Flüssigkeiten (diejenigen ausgenommen, welche die Verdauung bewirken) scheinen aus dem Magen gebracht zu werden, ohne bis zum Pylorus zu gelangen, und bey diesem Vorgang scheint die Milz eine Rolle zu spielen.

Die Versuche, die dieses Resultat geben, wurden an Hunden, Eseln und Pferden gemacht. Zwey Hunden wurde, nachdem ihnen der Pylorus unterbunden war, eine abgewogene Quantität Flüssigkeit durch den Mund in den Magen gesprützt. Einige Zeit nachher wurden die Thiere getödtet. Bey dem einen Hund fand man den pylorischen Theil des Magens leer und zusammengezogen; die Cardiacal-Abtheilung enthielt ohngefähr 2 Unzen fester Substanz, die in einer gallertartige Materie eingehüllt war, und Eine Unze Wasser. Von fünf Unzen Wasser, welche man diesem Hunde eingesprützt hatte, waren zwey wieder ausgebrochen worden; Eine war noch im Magen übrig; zwey mufsten also durch die Wände des Magens einen Ausweg gefunden haben. Bey dem andern Hund befanden sich in der pylorischen Abtheilung des Magens zwey Unzen halb verdaueter Speise, aber keine Flüssigkeiten. In der Cardiacal-Abtheilung waren vier

Unzen

Unzen Flüssigkeit und eine halbe Unze fester Speise enthalten. Bey beyden Thieren war die Milz sehr angeschwollen, und beym Hineinschneiden fanden sich die Zellen derselben allenthalben mit einer wässrigen Flüssigkeit angefüllt. Die lymphatischen Gefäſse der äussern Fläche des Magens aber waren ganz saftleer. Einem dritten Hunde, dessen Pylorus unterbunden war, wurde eine Mixtur von Rhabarbertinktur und Wasser in den Schlund gesprützt. Vorher hatte sich Home überzeugt, daſs sich die Gegenwart der Rhabarbertinktur in thierischen Flüssigkeiten durch den Zusatz von ätzendem Alkali entdecken lieſs. Auch bey diesem Thier fand sich die Milz sehr angeschwollen. Der Zusatz des ätzenden Alkali zu dem Saft derselben und zum Urin brachte in beyden die Rhabarberfarbe hervor. Hingegen bewirkte dasselbe keine Veränderung in dem Saft der Leber.

Sehr breit, angeschwollen, und mit Flüssigkeit angefüllt, fand sich auch die Milz bey Eseln und Pferden, denen ebenfalls eine Mischung von Rhabarbertinktur und Wasser eingegeben war, welchen man aber nicht den Pylorus unterbunden hatte. Die lymphatischen Gefäſse, die zwischen der Milz und dem Magen liegen, waren auch hier unangeschwollen. Nach dem Zusatz des ätzenden Alkali erhielt der Urin, die Flüssigkeit der Milz,

 und

und das Blutwasseer die Rhabarberfarbe, doch in verschiedenem Grade. Am tiefsten wurde der Urin gefärbt; dann folgte die Flüssigkeit der Milz und das Serum der Milzvene; die schwächste Färbung bekam das Serum des linken Herzohrs.

Ganz anders verhielt sich die Milz bey zwey Eseln, die, nachdem sie in vier Tagen kein Wasser und in zwey Tagen kein Futter erhalten hatten, eine Unze Rhabarberpulver bekamen. Bey diesen war jenes Organ nur halb so groſs, als in den vorigen Versuchen. Die Zellen desselben waren so klein, daſs es eines Vergröſserungsglases bedurfte, um sie wahrzunehmen. Der Magen enthielt eine gallertartige, mit Rhabarber vermischte Materie. Die dünnen Därme waren leer. Aber im Blinddarm und Colon befanden sich mehrere Quartiere einer Flüssigkeit, die stark *mit Rhabarber* angefüllt war. Die am Rande des Colons liegenden lymphatischen Gefäſse und Drüsen waren von ausgezeichneter Gröſse. Der Urin enthielt Rhabarber; aber die Flüssigkeit der Milz und das Blutwasser zeigten wenig oder gar keine Spuren von dieser Substanz.

Auf die Folgerungen, die sich aus diesen Versuchen in Beziehung auf die Funktion der Milz, des Colons und Blinddarms ergeben, werden wir unten zurückkommen. Hier machen wir nur auf das Resultat aufmerksam, daſs w ä s s r i g e, in

dem

dem Magen befindliche Materien in die Masse der Säfte übergehen, ohne zum Darmcanal zu gelangen, und daſs dieser Uebergang nicht durch die absorbirenden Gefäſse des Magens geschieht.

§. 13.

Der pankreatische Saft.

Nachdem der Speisebrey durch die untere Magenöffnung in den Zwölffingerdarm gelangt ist, wirken drey neue chemische Agentien auf ihn ein, der pankreatische Saft, die Galle und der enterische Saft. Wir werden zuerst den pankreatischen Saft und dessen Quelle untersuchen.

In der linken Biegung des Zwölffingerdarms, hinter dem Magen, zum Theil bedeckt von den beyden Blättern des Gekröses, liegt beym Menschen die Bauchspeicheldrüse (Pancreas), die gröſste unter den zusammengesetzten Drüsen, und die Quelle eines eigenen, bey der Verdauung wirksamen Safts. Aehnlich den Speicheldrüsen in ihrem Bau besteht sie aus sehr kleinen, durch die feinsten Aeste der Bauchspeicheldrüsen- und Zwölffingerdarm-Arterie, so wie der Gekrös- und Milzvene, durch Saugadern und durch die Wurzeln ihres Ausführungsgangs gebildeten Verflechtungen von Gefäſsen, die durch ein Zellgewebe, in welchem sich wahrscheinlich eine eigene Substanz

 befin-

befindet, unter einander verbunden, erst körnerartige Massen, dann gröfsere Stücke, und endlich Lappen ausmachen. Die Wurzeln des Ausführungsgangs vereinigen sich zu gröfsern Zweigen, und diese endlich zu einem einzigen Stamm, der sich nicht weit vom Pylorus, gewöhnlich durch eine gemeinschaftliche Mündung mit dem Gallengang, zuweilen aber auch abgesondert von diesem, in den Zwölffingerdarm öffnet.

Alle Säugthiere, Vögel und Amphibien besitzen diese Drüse, und es giebt bey ihnen keine wesentliche Verschiedenheiten derselben. Die meisten Abweichungen finden wir unter diesen Thieren bey den Vögeln, deren Pankreas mehrere Ausführungsgänge hat, welche abgesondert von dem Gallengang in den Zwölffingerdarm übergehen d). Allein da auch bey dem Menschen der pankreatische Gang zuweilen doppelt ist, und die Oeffnung desselben bald dem Pylorus sehr nahe, bald ziemlich weit von demselben entfernt liegt, so kann diese Mehrheit der Ausführungsgänge nichts Erhebliches seyn.

Wichtigere Abweichungen zeigen sich bey den Fischen. Bey den Hayen und Rochen finden wir das Pankreas in ähnlicher Gestalt, wie bey den höhern Thierclassen wieder. Aber der Hecht, der Karpfe

d) Haller El. Phys. T. VI. L. 22. §. 1. p. 427. — Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 47.

Digitized by Google

Karpfe und mehrere andere Fische haben an der Stelle, wo bey den übrigen Thieren das Pankreas mit dem Darm in Verbindung steht, auf der innern Fläche des letztern eine drüsenartige Masse; und noch andere, z. B. die Quappe, besitzen an dieser Stelle die schon im ersten Bande der Biologie (S. 282.) erwähnten pylorischen Anhänge e). Der Stöhr hat eine Bauchspeicheldrüse, die von aussen dem Pankreas der Rochen gleicht, inwendig aber aus kleinen Blinddärmen zu bestehen scheint, und in einem zur Auspressung des Safts dienenden Muskel eingeschlossen ist f).

Eben diese Anhänge giebt es bey der Blatta und bey vielen Käfern (Dytiscus, Carabus, Cicindela, Staphylinus, Tenebrio, Sylpha, Nicrophorus, Hister, Attelabus) g). Hingegen bey den Mollusken ist nichts vorhanden, was sich mit dem Pankreas vergleichen liefse.

Die Menge des Safts, den diese Drüse absondert, ist sehr beträchtlich. In der Farbe und dem Geschmack kömmt er mit dem Speichel überein. In

e) Swammerdamm in Obs. anat. collegii privati Amstelod. P. 2. — Cuvier a. a. O. p. 50. 56.

f) Monro über den Bau u. die Physiol. der Fische. S. 22.

g) Ramdohr's Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 20.

In Betreff der chemischen Eigenschaften desselben wissen wir aus den vielen Versuchen, die über denselben im siebenzehnten Jahrhundert für und wider die Sylvischen Meinungen angestellt wurden, nur so viel, dafs er keine freye Säure enthält. Doch haben diese Versuche ein anderes Resultat geliefert, welches wichtig bey Bestimmung der Funktion des Pankreas ist. Sie beweisen, dafs dasselbe den Säugthieren nicht nur *ohne* Lebensgefahr ausgeschnitten werden kann, sondern dafs auch die Verdauung und Ernährung nach der Exstirpation ungeschwächt fortgehen, und der Hunger sogar zunimmt h).

Diese Thatsache ist unerklärbar, wenn man nicht annimmt, dafs der mangelnde Saft des Pankreas durch die stärkere Absonderung eines andern ähnlichen Safts ersetzt werden *kann*. Es giebt aber keine Drüsen, die mit dem Pankreas in der Bildung übereinkommen, und eine dem Saft desselben analoge Flüssigkeit abscheiden, als die Speicheldrüsen. Schon aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, dafs jenes mit den letztern einerley Funktion hat. Bey den Insekten finden wir aber einen Umstand, wodurch diese Wahrscheinlichkeit noch mehr erhöhet wird. Die blinden

h) M. s. vorzüglich die Versuche in Brunner's Exper. nov. circa pancreas. Amstel. 1683. Recus. in Mangoti Bibl. anat. T. 1. p. 212.

den Anhänge des Nahrungscanals, welche bey diesen Thieren die Stelle des Pankreas vertreten, kommen immer nur bey denjenigen Arten vor, die einen knorpelartigen Magen haben, und da, wo sie vorhanden sind, fehlen gewöhnlich die Speichelgefäſse; hingegen sind sie nicht vorhanden, wo es Speichelgefäſse giebt. Nur die Familien der Käfer (Coleoptera L.) und der Heuschrecken (Orthoptera Oliv.) sind es, in welchen wir jene Anhänge antreffen; aber diese haben auch einen Knorpelmagen. Von den oben erwähnten Geschlechtern jener Familien, welche pylorische Anhänge besitzen, hat nur die Blatta Speichelgefäſse; hingegen hat nach Ramdohr i) der Curculio lapathi einen Knorpelmagen und Speichelgefäſse, doch keine pylorische Anhänge.

Wie der Speichel auf die rohe Speise, so scheint also auch der pankreatische Saft auf den Chymus als assimilirend zu wirken. Was der Speichel zu assimiliren vermag, geht vermuthlich schon aus dem Magen in die Masse der Säfte über; der pankreatische Saft dient, um die übrige, der Assimilation fähige Speise zu verähnlichen. Aus dieser Voraussetzung läſst sich die Ursache des gröſsern Hungers solcher Thiere angeben, denen die Bauchspeicheldrüse ausgeschnitten ist. Hier, wo die Verähnlichung blos durch den

i) A. a. O. Tab. XVII. fig. 6.

Digitized by Google

den Speichel geschehen kann, und dieser nicht immer dazu hinreicht, müssen viele nährende Theile verloren gehen, die sonst durch den pankreatischen Saft wären assimilirt worden, und daher mufs dafs Bedürfnifs einer gröfsern Menge Nahrungsmittel eintreten.

§. 14.

Die Leber und die Galle.

Mit dem pankreatischen Saft ergiefst sich zugleich in den Darmcanal die Galle, eine der merkwürdigsten Flüssigkeiten des thierischen Körpers, merkwürdig sowohl wegen ihrer chemischen Eigenschaften, worin sie mit keinem andern thierischen Saft ganz übereinkömmt, als wegen der ausgezeichneten Bildung des Organs, worin sie erzeugt wird.

Das letztere ist die Leber, das gröfste unter allen secernirenden Organen. Den gröfsten Theil der rechten Hälfte des obern Raums der Bauchhöhle, und selbst einen Theil der linken Hälfte einnehmend, und durch bänderartige Fortsätze des Bauchfells befestigt, liegt sie bey dem Menschen unmittelbar unter dem Zwerchfell und auf den meisten der übrigen Eingeweide des Unterleibs. Sie ist oben gewölbt, unten ausgehöhlt, auf dieser untern Fläche durch mehrere Furchen, worin die Stämme ihrer Gefäfse liegen, abgetheilt, mit

Digitized by Google

mit einer glatten, dünnen Haut bedeckt, welche durch die erwähnten Bänder in das Bauchfell übergeht, von rothbrauner Farbe und körniger Textur. In jedem Körnchen ihrer Substanz zeigen sich nach gelungenen Aussprützungen sehr ausgezeichnete, von Lobstein k) und Prochaska l) näher angegebene Netze der feinsten Gefäſse, die zu vier groſsen Stämmen gehören, zu der Leberarterie, den Lebervenen, der Pfortader und dem Gallengang.

Die Leberarterie, ein Zweig der innern Bauchpulsader (Art. coeliaca), der zugleich Aeste für den Zwölffingerdarm, das Pankreas, den Magen und das Netz abgiebt, und die Lebervenen, die sich unmittelbar in die untere Hohlvene öffnen, haben nichts Merkwürdiges. Die Pfortader aber ist das einzige Beyspiel einer nach der Geburt noch fortdauernden Vene, die sich nach Art einer Arterie zerästelt. Ihr Stamm, dessen Haut von gröſserer Stärke als bey den übrigen Venen ist, und welcher, nebst seinen sämmtlichen Zweigen, auch den Mangel an Klappen mit den Arterien gemein hat, wird durch das Zusammenflieſsen aller Blutadern der im Bauchfell enthaltenen Verdauungs-

k) In N. M. Ambodick's Disp. de hepate. Argentor. 1775.

l) Disqu. anat. physiol. organismi corp. human. ejusque processus vitalis. p. 104.

dauungsorgane bildet. Er theilt sich nach seinem Eintritt in die Leber gewöhnlich in zwey Aeste, deren Zweige die Leberarterie bey deren Verbreitung überall begleiten. Bey dem Foetus zerästeln sich auch noch mehrere Zweige des aus den Venen des Mutterkuchens entstehenden Stamms der Nabelvene auf ähnliche Art, wie die Pfortader, in der Leber; aber dieses Gefäſs schlieſst sich nach der Geburt, und geht dann in das *runde* Band der Leber über. Neben den Zweigen der Pfortader laufen die Gallengefäſse fort, welche durch ihre Vereinigung den zum Zwölffingerdarm gehenden Lebergang bilden.

Zwischen allen diesen Gefäſsen und zahlreichen Saugadern liegt in der Leber noch *eine* Substanz eigener Art, die auf ähnliche Art wie das Gehirn aus Mark und Rinde besteht, doch mit dem Unterschied, daſs alles Mark *nicht*, wie in dem letztern, einen einzigen Kern ausmacht, sondern daſs es unzählige solcher Kerne giebt, von welchen jeder durch eine Lage von Rindensubstanz eingeschlossen ist m).

Mit dem Lebergang verbindet sich vor seinem Eintritt in den Darmcanal der Gallengang, welcher, sich allmählig erweiternd, in die Gallenblase übergeht, einen häutigen, in der hohlen Fläche der

m) Autenrieth in Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 7. S. 299.

der Leber liegenden, und zur Aufbewahrung der Galle dienenden Behälter. In Fällen, wo der Gallengang durch einen Stein verstopft war, enthielt diese Blase gar keine Galle n). Sie bekömmt also die letztere durch jenen Canal aus der Leber, und hat nicht das Vermögen, selber Galle zu erzeugen o).

Es giebt nächst dem Nahrungscanal kein Eingeweide, welches so allgemein im ganzen Thierreich verbreitet ist, als die Leber. Sie findet sich bey allen Säugthieren, Vögeln, Amphibien, Fischen und Mollusken. Selbst in der Clasee der Würmer scheinen die Aphroditen an den, einen dunkelgrünen, bittern Saft enthaltenden Säcken, womit ihr Darmcanal auf beyden Seiten besetzt ist p), gallenabsondernde Organe zu besitzen. Aehnliche Säcke giebt es an dem Nahrungscanal der Holothurien q), und eine wirkliche Leber zeigt sich wieder bey den Asterien r).

Bey

n) R. Forsten quaest. selectae physiologicae. Praes. W. van Doeveren. Lugd. Bat. 1774. — J. C. B. Bernard Diss. sist. quaestiones medic. argumenti. L. B. 1796.

o) M. Rossi in Weigel's Italiän. med. chirurg. Bibliothek. B. 2. St. 2.

p) Biol. Bd. 1. S. 391.

q) Ebendas. S. 407.

r) Spix, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XIII. p. 438.

Digitized by Google

Bey den Insekten scheinen die Gefäſse, die ich im ersten Bande der Biologie (S. 365.) unter dem Namen der Gallengefäſse beschrieben habe, die Stelle der Leber zu vertreten. LYONNET erklärte diese zwar für Organe, durch welche eine Flüssigkeit aus dem Darmcanal aufgenommen würde; er führte aber keine erhebliche Gründe für seine Meinung an. RAMDOHR s) glaubt, einen Beweis für die letztere in seiner Beobachtung gefunden zu haben, daſs die Gallengefäſse sich nicht in die Höhlung des Darmcanals, sondern allein in den Zwischenraum zwischen den beyden Häuten desselben öffnen. Bey manchen Insekten, wo die innere Darmhaut viel enger als die äussere ist, hat diese Beobachtung wohl ihre Richtigkeit. Allein bey andern, wo diese Häute genauer mit einander verbunden sind, hält es schwer, die Mündungen der Gallengefäſse mit Bestimmtheit anzugeben. Indeſs dringt bey allen Insekten der Chymus durch die innere Darmhaut in den zwischen dieser und der äussern befindlichen Zwischenraum. Es ist also nicht einzusehen, warum nicht auch umgekehrt die Galle durch jene innere Haut des Darmcanals in die Höhlung desselben sollte übergehen können. RAMDOHR's Beobachtung ist also noch kein hinreichender Beweis für LYONNET's Hypothese, und kein Einwurf gegen die Meinung, daſs die erwähnten Gefäſse gallenabsondernde Organe

s) A. a. O. S. 45.

gane sind. Die letztere hat aber auch folgende Gründe für sich, da sich für jene keine weitere Beweise anführen lassen.

1. Jene Gefäſse öffnen sich meist an derselben Stelle in den Darmcanal, wo bey den übrigen Thieren der Gallengang in denselben eintritt.

2. Bey der Raupe der Phalaena fagi fand ich an den Gallengefäſsen vor ihrem Eintritt in den Darmcanal zwey kugelförmige Behälter, die etwas Aehnliches von einer Gallenblase zu seyn schienen, und in denselben bey einer dieser Raupen rothe, den Gallensteinen ähnliche Concremente.

3. Bey den Thieren der höhern Classen entstehen die Wurzeln der Pfortader aus dem Netze. Ein ähnliches Organ aber ist der Fettkörper, woraus die Gallengefäſse der Insekten ihren Ursprung nehmen.

4. Reaumur t) beobachtete, daſs der Saft, womit die Gallengefäſse angefüllt sind, um die Zeit, wo die Raupen ihr Gespinnst machen, in die Gedärme tritt, und durch den After ausgeleert wird. Diese Erfahrung beweist, daſs wenigstens unter gewissen Umständen die in jenen Gefäſsen enthaltene Flüssigkeit sich in den Darmcanal ergieſst.

5.

t) Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. 1. P. 2. p. 204. der OctavAusg.

5. Bey den Krebsen sind ähnliche Gefäſse vorhanden, die sich durch ihre braune Farbe und ihren bittern Geschmack als wahre Gallengefäſse verrathen v), und die Geschlechter Squilla und Craugon haben an der Stelle dieser Gefäſse eine wirkliche, drüsenartige Leber.

Unter den Insekten giebt es zwar ein Geschlecht, bey welchem von diesen Gallengefäſsen nur noch schwache Spuren vorhanden sind, nehmlich das der Asseln (Oniscus). Doch bleibt die Leber demohngeachtet das, nächst dem Nahrungscanal, am allgemeinsten im Thierreich vorhandene Eingeweide, und eines der wichtigsten Organe in der thierischen Oekonomie.

Nehmen wir die meisten Insekten und einige Würmer aus, so ist auch der Bau desselben unter den übrigen Thieren im Wesentlichen von einerley Art. Die Verschiedenheiten, die wir daran finden, betreffen ihre Gröſse und Gestalt, den Ursprung und die Vertheilung ihrer Blutgefäſse, die Gegenwart oder Abwesenheit der Gallenblase, die Verbindungsart dieser Blase mit der Leber, und den Uebergang des Gallengangs in den Darmcanal.

In Betreff der Gröſse der Leber gilt das Gesetz, daſs diese von den Säugthieren an bis zu den Mollusken zunimmt. Schon bey den Vögeln ist

v) Biol. Bd. 1. S. 342.

ist sie gröſser als bey den Säugthieren; noch gröſser ist sie bey den Amphibien und Fischen; bey den Mollusken umgiebt sie den gröſsten Theil der Verdauungsorgane. Die drey letztern Thierclassen sind gröſstentheils Wasserthiere. Der Foetus, ebenfalls ein Wasserthier, hat auch eine verhältniſsmäſsig weit gröſsere Leber als das erwachsene Thier. Man hat aus diesen Thatsachen geschlossen, daſs das Leben im Wasser einen Einfluſs auf die Vergröſserung der Leber hätte. Ich selber habe diese Meinung ehedem für wahrscheinlich gehalten w). Allein ich glaube nicht mehr, daſs dieselbe richtig ist. Schon der Umstand, daſs die Vögel überhaupt eine gröſsere Leber als die Säugthiere haben, läſst sich aus ihr nicht erklären. Dann aber zeichnen sich unter den Vögeln nicht etwa die Wasservögel, sondern die zahmen Vögel durch eine vorzüglich groſse Leber aus x). Auch haben unter den Mollusken die auf dem Trocknen lebenden Wegschnecken eine, wo nicht gröſsere, doch eben so groſse Leber, als die sich im Wasser aufhaltenden Thiere dieser Classe, und bey den Insekten sind die Gallengefäſse der Dytisken und anderer Bewohner des Wassers nicht gröſser als die der übrigen Arten. Rich-

w) Biol. Bd. 2. S. 170.

x) B. Robinson on the food and discharges of human bodies. p. 97.

Richtiger ist es, dafs die Leber der Wasserthiere mehr ölige Theile als die der Landthiere enthält. Man könnte vermuthen, dafs die Gröfse der Leber mit der Vollkommenheit und Energie der Werkzeuge des Athemholens im umgekehrten Verhältnifs stände, wenn nicht auch diese Voraussetzung mit der Thatsache, dafs die Vögel eine relativ gröfsere Leber als die Säugthiere haben, unvereinbar wäre. Am wahrscheinlichsten ist es mir, dafs jene Gröfse mit der Stärke des Assimilationsvermögens wächst und abnimmt. Diese läfst sich indefs nicht nach der Quantität der Nahrung, die in einer bestimmten Zeit verbraucht wird, sondern blos nach der Stärke des Reproductionsvermögens schätzen. Da nun die letztere mit der abnehmenden relativen Gröfse des Gehirns zunimmt y), so scheint auch die Leber mit dem Gehirn in einem gewissen Antagonismus zu stehen.

Die Verschiedenheit in der Gestalt der Leber besteht vorzüglich in der Zahl ihrer Einschnitte. Diese Abtheilungen können aber nichts Wesentliches seyn, da sie weder mit der übrigen Organisation, noch mit der Art der Nahrungsmittel irgend eine Verbindung haben. Nur von geringer Zahl und schwach sind sie z. B. bey dem Menschen und in den Familien der Schweine, Rinder, Pferde und Wallfische; hingegen besteht die Leber aus

drey,

y) Biol. Bd. 3. S. 486.

Digitized by Google

drey, vier, fünf und noch mehr Lappen bey den meisten Affen, Raub- und Nagethieren. Vorzüglich ist die Zahl dieser Lappen höchst veränderlich bey den letztern. Es giebt z. B. nach PALLAS's und D'AUBENTON's Untersuchungen z), drey Lappen bey dem Bobak (Marmota Bobac), fünf bey dem Murmelthier (Marmota alpina) und dem Siebenschläfer (Glis esculentus), sechs beym Lemmus amphibius und Mus agrarius, und sieben beym Lemmus oeconomus a).

Bedeutender ist eine Verschiedenheit, die zwischen den Thieren der höhern Classen und der Mollusken in Ansehung des Ursprungs der blutführenden Gefäfse der Leber statt findet. Wir haben gesehen, dafs bey dem Menschen die Leber ihr Blut nicht blos aus der Leberarterie, sondern auch aus der Pfortader erhält. Eben diese Einrichtung findet wahrscheinlich auch bey den Vögeln, Amphibien und Fischen statt. Man hat zwischen dem Blut der Pfortader und der Galle eine Aehnlichkeit gefunden zu haben geglaubt, und theils hieraus, theils aus MALPIGHI's Erfahrung, zufolge welcher die Absonderung der Galle nach

z) An den im 1sten Bde der Biol. S. 210 ff. mitgetheilten Stellen.

a) M. vergl. HALLER El. Phys. T. VI. L. 23. S. 1. §. 4. p. 461. — CUVIER Leç. d'Anat. comp. T. 4. p. 9.

Digitized by Google

nach Unterbindung der Leberarterie fortdauert b), geschlossen, dafs es das Blut der Pfortader sey, woraus die Galle bereitet wird. Gegen diesen, für die Lehre von der Verdauung nicht unwichtigen Schlufs lassen sich indefs mehrere Einwürfe machen. Malpighi bemerkt ausdrücklich in der Erzählung der erwähnten Beobachtung, dafs die nach dem Unterbinden der Leberarterie abgesonderte Galle weniger flüssig, nicht *so bitter* und von anderer Farbe als sonst war. Er leitet dieses von dem Umstande her, dafs bey seinen Versuchen zugleich die Gallenblase zerstört war. Es ist möglich, dafs hierin der Grund lag. Doch eben so möglich ist es, dafs der gehinderte Zuflufs des Schlagaderbluts die Ursache war, und dafs also die Leberarterie ebenfalls den Stoff zur Bereitung der Galle liefert. Ein Beweis *dieses* Antheils ist ein Fall, wo bey einem jährigen, wohl genährten Kinde die Pfortader gar nicht zur Leber, sondern unmittelbar zur Hohlader ging, die Leberarterie aber gröfser wie gewöhnlich war c). Mit Recht fragte auch schon Marherr d), warum die Enden der Leberarterie unmittelbar in die Wur-

b) Malpighi de liene. p. 357., in Mangeti Bibl. anat. T. 1.

c) Autenrieth's Handb. der empirischen menschl. Physiol. Th. 2. S. 93.

d) Praelect. in Boerhaavii Instit. med. T. 2. p. 468.

Wurzeln der Gallengänge übergehen, wenn jene Ader zur Absonderung der Galle nichts beytrüge? Hierzu kömmt noch, dafs bey den Mollusken die Leber gar kein Blut aus dem Venensystem, sondern blos aus der Aorta erhält e). Wahrscheinlich hat also auch bey den Thieren der höhern Classen die Leberarterie eben so viel Antheil an der Bereitung der Galle, als die Pfortader.

Ein wichtiger Anhang der Leber scheint die Gallenblase, und wichtig daher der Umstand zu seyn, dafs dieser Theil bey vielen Thieren nicht vorhanden ist. Allein die Gegenwart und Abwesenheit desselben steht doch nicht so genau, wie man vermuthen sollte, mit der übrigen Organisation, oder mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel in Verbindung. Man findet ihn in den Familien der Affen, der Hunde und der Faulthiere, und bey allen Amphibien; hingegen fehlt er bey vielen Nagethieren, bey mehrern Arten der Schweineordnung, in der ganzen Familie der Pferde, bey mehrern Rindern, Cetaceen, Vögeln und Fischen, und bey den sämmtlichen Mollusken f). Im Allgemeinen sind es also vorzüglich die fleischfressenden Thiere, die eine Gallenblase besitzen. Allein

e) Cuvier a. a. O. p. 147.

f) Haller l. c. S. 2. §. 1. p. 519. — Cuvier a. a. O. p. 35.

lein da der Ochse, der Hase, der Biber und viele andere pflanzenfressende Thiere ebenfalls damit versehen sind, so kann man schwerlich eine Beziehung derselben auf animalische Nahrung annehmen. Eben diese Beyspiele stehen auch *der* von Haller g) aufgestellten, sonst sehr wahrscheinlichen Hypothese entgegen, dafs diejenigen Thiere eine Gallenblase haben, die, wie die Raubthiere, selten, aber viel zur Zeit *fressen*, und dafs sie denen fehlt, die wenig auf einmal, dieses aber in kurzen Zwischenräumen zu sich nehmen.

Bey dem Menschen erhält die Gallenblase blos aus dem Lebergang ihre Galle. Bey den meisten Thieren aber gelangt dieser Saft entweder gar nicht aus jenem Canal, oder doch nicht aus einem solchen einfachen Gang in die Gallenblase, sondern es giebt hier mehrere eigene Canäle *(Ductus hepaticocystici)*, die aus der Leber zum Blasengang, oder auch unmittelbar zur Gallenblase gehen h). Doch dieser Umstand hat wohl keinen erheblichen Einflufs auf die Verdauung. Wichtiger ist die Nähe oder Entfernung der Mündung des Gallengangs vom untern Magenmund. Zwar steht dieselbe nicht, wie einige Schriftsteller geglaubt haben, mit der Nahrungsweise in Beziehung.

g) L. c. p. 522.

h) Haller l. c. S. 1. §. 19. p. 504. S. 2. §. 4. p. 529 sq. — Cuvier a. a. O. p. 42.

Digitized by Google

hung. Aber in anderer Rücksicht scheint sie doch von Bedeutung zu seyn.

Sehr nahe beym Pförtner öffnet sich der Gallengang in den Darmcanal bey den Nagethieren, sehr entfernt von demselben bey dem Känguruh und den meisten Vögeln.

Beym Papagey giebt es zwey Gallengänge, die sich, von einander getrennt, zum Darmcanal begeben.

Doch bey allen Säugthieren, Vögeln, Amphibien und Fischen, die zwey von einander getrennte Gallengänge haben, oder deren Lebergang in keiner Verbindung mit dem Blasengang steht, öffnen sich diese Canäle nahe bey einander in den Darmcanal i).

Anders aber verhält es sich bey vielen Mollusken. Diese haben insgesammt mehrere Lebergänge, von welchen jeder für sich zum Nahrungscanal geht. Bey einigen öffnen sich dieselben schon in den Magen, und nicht erst in den Darmcanal. Dieser Fall findet bey dem Pleurobranchus Cuv. statt, einem Geschlecht der Schneckenfamilie, das einen häutigen Kropf hat, in dessen Grund sich die Galle ergiefst k). Andere Beyspiele

i) Haller a. a. O. — Cuvier a. a. O.

k) Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. V. p. 266.

Digitized by Google

Die in den bisher beschriebenen Theilen abgesonderte Flüssigkeit ist ein dicker, grünlicher, bey den meisten Thieren bitterer, doch bey dem Foetus süſslicher, im Wasser auflöslicher Saft.

Es giebt keine thierische Materie, womit in ältern Zeiten so viele, und doch so wenig fruchtbare Versuche angestellt sind, als die Galle. Nur darin kommen alle jene frühern Untersuchungen überein, daſs dieser Saft bey der Destillation Wasser, Geist, Oel, Luft und Kohle liefert, und daſs die Menge des Wassers darin sehr beträchtlich ist. In den Angaben des Verhältnisses jener übrigen Bestandtheile herrscht die gröſste Verschiedenheit p).

Ausser diesen Substanzen giebt es nach Neumann, Bruno, Stief, Bagliv und Willink in der Galle auch Ammonium, dessen Gegenwart aber von Hoffmann und Spielmann geläugnet wurde.

Sylvius, Neumann, Hoffmann, Bruno, Hartmann, Willink und Cadet entdeckten auch Natrum

te Naturk. B. 1. S. 176. — Ramdohr's Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 189. §. 117.

p) Die Resultate der ältern Versuche über die Galle bis auf Röderer (De natura bilis. Argentor. 1767.), Cadet (Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1767. p. 471. A. 1769. p. 66.) und Willink (Consider. bilis physiolog. et patholog. Lugd. Bat. 1778.) findet man in Haller's Elem. Physiol. T. VI. L. 23. S. 3. §. 13 sq. p. 570 sq. gesammelt.

Digitized by Google

trum in der Galle. Ramsay und Macbride hingegen läugneten alle alkalische Bestandtheile derselben. Spielmann und Röderer fanden zwar Cadet's Versuche bestätigt, leiteten aber das Natrum von der Zerlegung des Kochsalzes her, das in der Galle enthalten seyn sollte.

Endlich traf Cadet noch Kalkerde und Milchzucker in der Galle an, und Durande nebst Willink entdeckten in derselben Eisen.

Alle diese Versuche lehren wenig in Beziehung auf die Wirkungsart der Galle. Ueber diese haben erst Schröder q) und Goldwiz r) einiges Licht verbreitet. Ich werde zuerst die Resultate erzählen, die sich aus den Versuchen der letztern und der neuern Schriftsteller ergeben, und hierauf meine eigenen Erfahrungen folgen lassen.

Die Galle enthält kein reines Oel. Dasjenige, welches ältere Chemiker aus derselben abschieden, war ein Produkt der Destillation.

Der Milchzucker, den Cadet in der Galle fand, ist entweder nicht beständig darin enthalten, oder er war, nach Fontana s), mit Phosphorsäure gesättigte Bittererde.

In

q) Opusc. med. collect. studio G. Ackermann. Vol. 2. p. 459.

r) Neue Versuche zu einer wahren Physiologie der Galle. Bamberg. 1785.

s) Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Turin. T. 3. p. 397.

Digitized by Google

In sehr geringer Quantität, und vielleicht auch nicht beständig, ist das Eisen in der Galle enthalten t).

Nähere und beständige Bestandtheile der Galle hingegen sind: Wasser, Eyweifsstoff, Gallenstoff, eine geringe Quantität Erde und etwas Natrum.

Die Quantität des Wassers in der *Galle ist* so beträchtlich, dafs dieses, nach Thenard, sieben Theile von acht, und oft noch mehr beträgt.

Eyweifsstoff findet sich, nach Thenard, in der Galle des Menschen und der Vögel In der Galle des Ochsen, des Schaafs, der Katze und des Hundes will er eine andere Substanz, die er die gelbe Materie nennt, gefunden haben. Sie ist, ihm zufolge, unauflöslich in Wasser, Oelen und Weingeist, hingegen auflöslich *in Alkalien,* woraus sie, wie aus der Galle, durch Säuren in der Gestalt braungrüner Flocken niedergeschlagen wird. Unter allen diesen Kennzeichen ist aber keines, wodurch sich jene Substanz von dem Eyweifs-

t) Macluro Vers. mit der menschl. Galle in Th. Coe's Abh. von den Gallensteinen. Leipzig. 1783. S. 321. 348. — Goldwiz a. a. O. S. 90. — Leonhardi animadv. chemico-therap. de ferro. Viteb 1785. p. 19. — Thenard (Mém. de Phys. et de Chimie de la Soc. d'Arcueil. T. 1. p. 38.) fand in 800 Theilen Ochsengalle nur einige Spuren Eisenoxyd.

weifsstoff unterscheidet, als die braungrüne Farbe, die schwerlich für etwas Wesentliches gelten kann, sondern wohl blos von einem sehr fest mit ihr verbundenen Antheil an Gallenstoff herrührt.

Der Gallenstoff ist eine grüne, bittere, in Wasser auflösliche Materie, welche mit dem Eyweifsstoff durch mineralische Säuren aus der Galle niedergeschlagen wird. Er vereinigt sich bey dieser Fällung mit der Säure, und läfst sich durch kohlensauren Baryt, der ihm die letztere entzieht, wieder herstellen v). In seiner Verbindung mit Säuren bildet er, durch Weingeist von dem mit ihm gefällten Eyweifsstoff geschieden und abgedampft, das Gallenharz, eine grünliche, zähe, sehr bittere, dem Fettwachs verwandte Substanz, welche schmelzbar, am Feuer entzündlich, und sehr auflöslich in Weingeist und alkalischen Laugen ist, und sich aus dem Weingeist durch Wasser, aus den Laugensalzen durch Säuren niederschlagen läfst w). Die Quantität derselben beträgt, nach Thenard, in der Ochsengalle 24 Theile von 800, in der Menschengalle 41 von 1000.

In der Galle des Ochsen und einiger anderer Thiere will Thenard noch eine andere, mit diesem

v) Berzelius in Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik u. s. w. B. 7. S. 583.

w) Thenard a. a. O. — Proust, Journ. de Phys. T. (XXI.) 64. p. 152.

Digitized by Google

sem Gallenharz verbundene Materie gefunden haben, die er **Picromel** genannt hat, und deren Charaktere seyn sollen: ein scharfer, etwas bitterer und süfslicher Geschmack, Auflöslichkeit in Wasser und Weingeist, Unfähigkeit zu krystallisiren, und die Eigenschaft, in den Auflösungen von salpetersaurem Quecksilber, salpetersaurem *Eisen*, und essigsaurem Bley mit Uebermafs von *Bley*oxyd Niederschläge hervorzubringen. THENARD erhielt diese Materie durch Behandlung der Galle mit essigsaurem Bley. Wenn man aber erwägt, dafs dieses Reagens Eyweifsstoff, Schleim, Gallenstoff, und zugleich noch Erden und Salze niederschlägt, so kann man nicht zweifeln, dafs jenes Picromel eine Verbindung mehrerer verschiedener Substanzen und nichts weniger als ein Edukt ist.

Der erdige Bestandtheil der Galle *ist Kalk*erde x).

Die Gegenwart des Natrum in der Galle bezweifelte zwar GOLDWIZ. Seine Gründe sind aber nicht von Gewicht. RICHTER's y) und THENARD's Versuche beweisen, dafs dieses Alkali allerdings in der Galle enthalten ist. Nach des letztern Erfahrun-

x) LEONHARDI in der Anmerk. S. 318. zu MACQUER's chym. Wörterb. Th. 2. — THENARD a. a. O.

y) Experim. et cogitat. circa bilis naturam, imprimis ejus principium salinum. Erlang. 1789.

Digitized by Google

fahrungen beträgt die Quantität desselben in der Ochsengalle 4 Theile von 800.

Sowohl die Kalkerde, als ein Theil des Natrum, scheinen in phosphorsaurem Zustande Bestandtheile der Galle zu seyn z). Ein Theil des Natrum aber ist, nach THENARD's Vermuthung, mit Schwefelsäure, ein anderer mit Salzsäure, und der übrige mit dem Gallenstoff verbunden.

Der Gallenstoff scheint vorzüglich der Theil zu seyn, von welchem die Galle ihre charakteristischen Eigenschaften hat. Ihre übrigen Bestandtheile sind in zu geringer Quantität vorhanden, und zu veränderlich, als dafs sich von ihnen bedeutende Wirkungen annehmen lassen.

Man hat oft die Galle eine Art Seife genannt, und eben so oft ihr diesen Namen abgesprochen. Versteht man unter Seife blos eine Verbindung zwischen reinem Oel und einem Alkali, so kömmt ihr jene Benennung freylich nicht zu. Sie löset nicht, wie die alkalischen Seifen, Oele, Harze und Balsame auf, sondern bringt die Oele zum Gerinnen, und scheidet sie aus wässrigen Emulsionen a). Ob sie aber nicht in die Classe der sauren Seifen gehört, werden wir unten sehen.

Die

z) LEONHARDI a. a. O. und in seinen Zusätzen zu MACQUER's Wörterb. B. 1. S. 424.

a) SCHRÖDER u. GOLDWIZ in den angef. Schriften.

Die Galle endlich verhindert die Essiggährung, und verwandelt diese in die Weingährung. Säuren werden durch ihre Zumischung abgestumpft b). Nach einem einzelnen Versuche WERNER's c) hält sie auch die Gerinnung des Bluts zurück. Diese Beobachtung bedarf vielleicht einer nähern Bestätigung. Dafs aber, wie SCHRÖDER und GOLDWIZ gefunden haben wollten, die Galle das Gerinnen der Milch befördern soll, ist nach *den Versuchen* VERATTI's d) und CADET's e), von welchen die letztern gerade das Gegentheil lehren, gewifs unrichtig.

Dies ist es, was aus den bisherigen Untersuchungen der Galle an zuverlässigern Resultaten hervorgeht. Ich komme jetzt auf meine eigenen Erfahrungen, die mich diese Flüssigkeit von einigen neuen Seiten kennen gelehrt haben.

1. An frischer Ochsengalle bemerkte ich immer den Geruch des schwefelhaltigen Wasserstoffgas, der sich noch stärker entwickelte, wenn etwas verdünnte Schwefelsäure zugegossen wurde. Uebereinstimmend hiermit ist die Thatsache, dafs schwefelhaltiges Wasserstoffgas auch das

b) GOLDWIZ a. a. O. S. 160. 169.

c) Exper. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. p. 49 sq.

d) Comment. Bonon. T. VI. p. 269.

e) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1769. p. 67.

das Erste ist, was bey der Destillation der Galle übergeht f). Man hat diesen Bestandtheil, der gewiſs bey der Funktion der Galle eine wichtige Rolle spielt, bisher nicht beachtet, vermuthlich weil man die Galle selten frisch genug untersuchte g). An solcher, die über vier und zwanzig Stunden gestanden hat, ist schon der Geruch jenes Gas nicht mehr zu spüren. Wahrscheinlich rührt dasselbe und zugleich die grüne Farbe der Galle von einer Verbindung aus Schwefel, Natrum und Kohlenstoff her. Der Schwefel, den die Galle enthält, ist wohl nicht, wie Thenard glaubt, blos im gesäuerten Zustand ein Bestandtheil derselben.

2. Gieſst man zu frischer Ochsengalle rektificirten Weingeist, so schlägt sich der Eyweiſsstoff nieder, und der Weingeist wird gelb gefärbt. Seihet man den Aufguſs durch, und dampft die filtrirte Flüssigkeit ab, so geht die gelbe Farbe derselben in ein schmutziges Grün über, und man erhält den Gallenstoff als eine gelbgrüne, schmierige Masse, die sich in warmem Wasser völlig

f) Fourcroy Elem. de Chimie. Ed. 4. T. 4. p. 348. — Vogel in Schweigger's neuem Journ. f. Chemie u. Physik. B. 6. S. 325.

g) Blos Cadet bemerkte ihn beym Zugieſsen von Salzsäure zu Ochsengalle. (Mém. de l'Ac. des sc. de Paris. A. 1767. p. 475.) Er hielt ihn aber unrichtig für Folge der eingetretenen Fäulniſs.

Digitized by Google

eine saftgrüne Farbe annimmt. Läſst man sie abdampfen, so wird ihr Grün immer dunkler, und man erhält zuletzt eine schwarzgrüne, zähe Materie, die sich in Weingeist auflöst, indem das Natrum, womit sie verbunden war, als schwefelsaures Natrum zurückbleibt. Die Weingeistauflösung liefert endlich nach dem Abdampfen das Gallenharz, eine pechartige Substanz, deren Farbe nach der Stärke der angewandten Wärme verschieden ist, und in stärkerer Hitze braunroth, doch in der Kälte nach und nach wieder grün wird. Kürzer und ohne Veränderung des ursprünglichen reinen Grüns erhält man dasselbe, wenn man die Schwefelsäure abgieſst, nachdem sie den geronnenen Theil der Galle grün gefärbt hat, diesen durch Weingeist ausziehen läſst, und den Auszug gelinde abdampft. Der *Proceſs* ist aber in diesem Fall nicht so belehrend *als im vorigen*, weil sich die Abscheidung des Natrums von dem Gallenharz, das hier mit dem Eyweiſsstoff verbunden bleibt, dabey nicht beobachten läſst.

8. Kocht man dieses grüne Gallenharz in einer Lauge von ätzendem Natrum, so löst sich dasselbe mit Beybehaltung der grünen Farbe vollkommen darin auf. Setzt man zu dieser Auflösung Schwefelsäure, so schlägt sich das Harz theils als eine schwarzbraune, pechähnliche Materie, theils als ein grünes Pulver wieder nieder.

Digitized by Google

Diese Auflöslichkeit des Gallenharzes in Alkali beweist, dafs der Name eines Harzes demselben nur sehr uneigentlich zukömmt. Alle Eigenschaften des Gallenstoffs sind die eines thierischen, mit Säure innigst verbundenen Fetts; das Gallenharz unterscheidet sich von ihm blos durch einen Antheil freyer Säure. Liest man Achard's h), Macquer's i), Cornette's k) und Brandis's l) Beobachtungen über die Wirkungen der mineralischen Säuren auf fette Oele, so ist die Analogie zwischen den Produkten dieser Wirkungen und dem Gallenstoff nicht zu verkennen. Jene sind von bitterm Geschmack, von zäher, schmieriger Consistenz, und auflöslich sowohl in Wasser, als in Weingeist; die Weingeistauflösung wird von kaltem Wasser milchig gemacht; sie schmelzen in der Wärme und erstarren in der Kälte; ein Theil der angewandten Säure ist so innig mit ihnen vereinigt, dafs sie sich mit Alkalien verbinden, ohne sich von ihm zu trennen; sie enthalten eben so, wie der Gallenstoff, freye Blausäure;

h) Chem. physische Schriften. S. 305 ff.

i) Chym. Wörterb. Uebers. von Leonhardi. Th. 5. S. 50. — Crell's chem. Journal. Th. 5. S. 172.

k) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1780. p. 542. 558. 567.

l) De oleorum unguinosorum natura. Gotting. 1785.

säure; kurz, sie besitzen alle Eigenschaften dieses Stoffs. Die Galle ist also zwar keine alkalische Seife, aber allerdings eine saure Seife, die jedoch blos gebundenen Sauerstoff enthält.

9. Für einerley mit dem Gallenharz halte ich auch die Substanz, die man durch Digestion mehrerer thierischer und vegetabilischer Substanzen mit Salpetersäure erhält. Fourcroy und Vauquelin untersuchten den Einfluſs dieser Säure auf Fleisch und Indigo m). Ich habe die nehmlichen Versuche mit Hühnereyweiſs und Hausenblase gemacht, und immer im Wesentlichen dieselben Produkte erhalten. Unter andern lieſs ich eine Mischung aus 2 Drachmen Eyweiſs, 3 Unzen Wasser und einer Drachme Salpetersäure, wovon ich den coagulirten Theil abgesondert hatte, anhaltend kochen, indem ich statt des verdünsteten Wassers immer neues hinzu goſs. Im Anfange des Kochens schlug sich der aufgelöste Eyweiſsstoff zum Theil wieder nieder. Dann hauchte die Flüssigkeit einen säuerlichen, wachsartigen Geruch aus. Das niedergeschlagene Eyweiſs wurde gelb, zertheilte sich, und löste sich wieder auf. Auf der Flüssigkeit bildete sich eine Haut, die ein wachsartiges Ansehn hatte. Als in der Mitte des Kochens neues Wasser hinzugegossen war,

m) Mém. de l'Institut des sc. et arts. Gehlen's Journal f. d. Chemie u. Physik, B. 2. S. 231. 243.

Digitized by Google

war, bekam die Mischung eine grünliche, dem des aufgelösten Gallenstoffs ähnliche Farbe, die sich aber bald wieder verlor. Endlich erhielt ich ohngefähr eine halbe Unze einer gelben Substanz von butterartiger Farbe und Consistenz, die in der Kälte erstarrte, sich in Weingeist und kochendem Wasser auflöste, durch kaltes Wasser in der Weingeistauflösung milchig gemacht wurde, mit Alkalien sich unter Aufbrausen zu einer orangegelben Materie verband, und mit wässrigem Galläpfelaufguſs einen bräunlichen Niederschlag machte, die sich also wie Gallenharz verhielt.

10. Die grünliche Farbe, welche die Eyweiſsauflösung des vorigen Versuchs in der Mitte des Kochens bekam, zeigte sich auch in einem andern Versuch, wo ich Wasser so lange mit dem Blutkuchen von Rindsblut schüttelte, bis es dunkelroth gefärbt war, dasselbe von dem Blutkuchen abgoſs, es in der Temperatur des kochenden Wassers erhielt, bis sich kein Niederschlag von Eyweiſsstoff weiter bildete, und die abgegossene, ungeronnene Flüssigkeit, mit etwas ätzendem Natrum versetzt, von neuem aufkochen lieſs. Bey diesem Kochen bildete sich ein neues Präcipitat von Eyweiſsstoff; die Flüssigkeit, die vorher schmutzigroth aussah, bekam eine dunkelrothe, und dann eine schmutziggrüne Farbe, wobey sich zugleich ein grünlicher, dem durch

 Säuren

Säuren gefällten Gallenstoff ähnlicher Niederschlag absetzte, und die Mischung einen süſslichen Geruch aushauchte. — Schon FOURCROY n) machte eine ähnliche Beobachtung, indem er eine Mischung von Ochsenblut und Wasser kochen *lieſs*, bis alles Gerinnbare abgeschieden war, und die durchgeseihete Flüssigkeit bis zur Honigdicke verdünsten lieſs. Der Rückstand hatte die Farbe und den Geruch der Galle, und verhielt sich *auch* wie diese gegen Reagentien. FOURCROY's Erfahrung ist vergessen worden, weil PARMENTIER und DEYEUX o) sie nicht bestätigt fanden. Die obigen Versuche aber beweisen, daſs FOURCROY allerdings richtig beobachtet hat, obgleich die Bedingungen, unter welchen die Verwandlung des Bluts in eine grüne Flüssigkeit eintritt, von ihm übersehen sind, und der Schluſs, den er aus seiner Wahrnehmung zog, daſs die *Galle schon* gebildet im Blut enthalten sey, sich nicht vertheidigen läſst.

11. Löst man die alkalische Verbindung der im 10ten Versuch durch die Einwirkung der Salpetersäure gebildeten Substanz in heissem Wasser auf, so schieſst sie beym Erkalten zu Krystallen an, die von scharfem, bitterm Geschmack sind, und auf glühenden Kohlen wie Schieſspul-

ver

n) Ann. de Chimie. T. 7. p. 146.

o) Journ. de Phys. T. (I.) 44. P. 1. p. 372.

Digitized by Google

ver verpuffen. Diese krystallisirte Substanz ist der von Welter p) beschriebene Bitterstoff. Chevreul q) hat gezeigt, daſs derselbe seine explodirende Eigenschaft blos von der mit ihm verbundenen Salpetersäure hat. Die eigentliche Beschaffenheit dieser Substanz ist aber von Chevreul unbestimmt gelassen. Ich vermuthete nach der Entstehung und den Eigenschaften derselben, daſs sie nichts anders seyn könne, als die Verbindung einer dem Gallenstoff gleichen Materie mit Salpeter. Um hierüber Gewiſsheit zu erhalten, löste ich Gallenstoff mit etwas Salpeter in Wasser auf, lieſs diese Mischung bis zur Trockenheit abdampfen, und brachte den pulverisirten Rückstand auf glühende Kohlen; der Erfolg war, daſs die nehmliche Explosion wie vom Bitterstoff entstand.

12. In dem obigen 7ten Versuch bekam Gallenharz, mit Schwefelsäure erhitzt, eine braunrothe Farbe. Ganz die nehmliche Farbe entsteht, wenn man concentrirte Schwefelsäure in eine Weingeistauflösung des Benzoeharzes tröpfelt. Sie ist aber auch hier, wie in dem obigen Versuch, nicht dauernd, sondern geht bald in ein schmutziges Braun über. Die Benzoesäure hat an dieser Farbe keinen Antheil, sondern es ist das Oel des Harzes, wodurch sie hervorgebracht wird. Jene

p) Ann. de Chimie. T. 29. p. 301.

q) Ebendas. T. 72. 73.

Jene Säure verändert weder für sich, noch mit Alkali verbunden, beym Zusatz der Schwefelsäure ihre Farbe. Das unaufgelöste Benzoeharz erhält von concentrirter Schwefelsäure eine schwarzrothe Farbe; hinzugegossenes Wasser bringt heftiges Aufschäumen und starke Erhitzung hervor, und scheidet das Harz in kleinen, violetten Concrementen wieder ab. Nimmt man zu dieser Analogie, daſs die Benzoesäure ebenfalls, *wie das* Gallenharz und der Bitterstoff, mit Salpeter explodirt, und daſs sich bey der Bildung des Bitterstoffs immer auch eine Säure erzeugt, die gewiſs eine unreine Benzoesäure ist, so läſst sich schlieſsen, daſs der Gallenstoff und der Bitterstoff mit dem Benzoeharz ein gemeinschaftliches Princip haben.

Aus den erwähnten Erfahrungen *ergeben* sich folgende Hauptresultate:

1) Der vornehmste Bestandtheil der Galle, der Gallenstoff, ist ein thierisches Fett, das gebundenen Sauerstoff enthält, mit Natrum, Schwefel und vielleicht auch mit Kohlenstoff vereinigt ist, in dieser Verbindung schwefelhaltiges Wasserstoffgas aushaucht, und freye Blausäure zeigt.

2) Säuren entziehen diesem Stoff das Natrum, treten ihm ihren Sauerstoff ab, und verdicken ihn, ohne ihn jedoch in ein wirkliches Harz

zu

Digitized by Google

zu verwandeln; Alkalien neutralisiren diesen ihm abgetretenen Sauerstoff, und versetzen ihn wieder in den vorigen Zustand.

3) Der mit Salpetersäure verbundene Gallenstoff ist einerley mit dem Welterschen Bitterstoff; durch den Einfluſs der Schwefelsäure wird unter Mitwirkung einer höhern Temperatur Benzoe-Oel in ihm entwickelt.

Welche Anwendungen sich von diesen Sätzen in der Lehre von der Verdauung machen lassen, werden wir im 14ten §. sehen. Ehe wir unsern bisherigen Gegenstand verlassen, wird es aber nicht überflüssig seyn, eine Meinung von der Funktion der Leber, die in neuern Zeiten ziemlich allgemein angenommen ist, noch zu berühren. Die Galle ist vermöge ihres öligen Bestandtheils reich an Kohlenstoff und Wasserstoff. Sie scheint auch zum Theil ein Auswurfsstoff zu seyn. Das letztere ist sie, jener Meinung zufolge, vermöge ihres Gehalts an den beyden erwähnten Stoffen. Die Leber, sagt man, wirkt auf eine ähnliche Art wie die Lungen, indem sie dem Blut dessen Ueberfluſs an Wasser- und Kohlenstoff entzieht und mit der Galle ausführt. Ich gestehe, daſs ich diese Hypothese für sehr unwahrscheinlich halte. Mit der Ausdünstungsmaterie und dem Harnstoff wird vielleicht mehr Wasser- und Kohlenstoff als mit der Galle ausgeleert,

und

Digitized by Google

und diese Exkretionen sind sehr leicht einer beträchtlichen Zunahme fähig. Zu jener Entziehung bedurfte es also keines so grofsen und so zusammengesetzten Organs, wie die Leber ist.

§. 15.

Der Darmcanal und die daraus entspringenden Gefäfse.

Die nehmlichen Häute, woraus der *Magen* besteht, bilden den Darmcanal. Bey *vielen Thieren* aber hat der obere Theil des letztern eine andere Textur, als der untere. Dieser, der dicke Darm, ist im Allgemeinen viel weiter und kürzer, und hat eine weit dickere und festere Haut, als der obere. Gewöhnlich ist auch die Gränze zwischen beyden Theilen durch einen Schliefsmuskel, und oft zugleich durch eine Klappe, sehr genau bestimmt. Wir finden diese *Einrichtung* selbst bey manchen Thieren der *niedern Classen*. Bey einigen Insekten giebt es sogar drey bis vier Schliefsmuskeln, wodurch die verschiedenen Abtheilungen des Darmcanals von einander getrennt sind.

Allgemein ist aber jener Unterschied nicht. Fast in jeder Thierclasse giebt es Arten, bey welchen die Verschiedenheit zwischen dünnem und dickem Darm sehr unmerklich, oder wenigstens durch keine feste Gränze bestimmt ist. Vorzüglich ist der Darmcanal der Mollusken sehr einfach.

fach. Doch erweitert er sich auch bey diesen Thieren gewöhnlich in der Nähe des Afters.

Da, wo eine Trennung zwischen dünnem und dickem Darm statt findet, giebt es aber meist unter diesen Theilen noch andere Verschiedenheiten als die, welche die Länge und Weite der Därme, und die Dicke ihrer Häute betreffen. Bey den höhern Thierclassen hat zuvörderst die innere Haut des dünnen Darms einen eigenen Bau. Sie bildet hier entweder eine Menge dicht neben einander liegender, cylindrischer, ovaler, conischer, oder keulenförmiger Fortsätze, die sogenannten Flocken oder Zotten (villi), wovon sie den Namen der Flockenhaut erhalten hat; oder es giebt in ihr ein Netz sehr feiner, gekräuselter Falten. Jene Flocken sind den Säugthieren, mit Ausnahme des Maulwurfs, und den meisten Vögeln eigen; dieses, zuerst von Rudolphi r) näher untersuchte Netzwerk findet sich bey dem Maulwurf, bey mehrern Vögeln, bey den Amphibien und Fischen. Sowohl die Flokken als die Netze sind bey den verschiedenen Thierarten und selbst an den verschiedenen Stellen des Darmcanals von verschiedener Gestalt. Vorzüglich lang sind jene bey dem Rindvieh, dem Nashorn, der Katze, dem Hund und dem Huhn. Bey dem Ochsen hat die innerste Darmhaut

r) Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 4. S. 63.

haut ausser den Flocken zugleich ein Netz zarter Falten. Nur klein sind hingegen die Flocken bey den Schaafen. Bey der Gans erstrecken sie sich bis in den dicken Darm hinab.

Die Mollusken waren bisher in Betreff des Baus der innern Haut des Nahrungscanals noch wenig untersucht. Ich habe in dieser Hinsicht den Limax cinereus L. zergliedert, und *in dem* Nahrungscanal desselben die innere Haut von einer Beschaffenheit gefunden, die ich nicht anders als flockenartig zu nennen weiſs. Sie hängt mit der äussern Muskelhaut, worauf sich die Blutgefäſse verbreiten, so locker zusammen, daſs sie sich zuweilen schon beym Oeffnen des Magens und Darmcanals von derselben trennt, zieht sich nach dieser Trennung zusammen, ist dick, weich, zähe, schwammartig, und, unter der *Loupe* betrachtet, von sammtartigem Ansehn. *Unter einer* stärkern Vergröſserung zeigen sich in ihr Bläschen, die theils rund, theils birnförmig sind, und eine ölige Feuchtigkeit enthalten. Im dünnen Darm, oder dem Theil des Darmcanals, welcher unmittelbar auf die Stelle folgt, wo sich die Gallengefäſse inseriren, wird diese Haut dünner.

Bey den Insekten liegt eine schleim- oder gallertartige Substanz zwischen der äussern und der höchst zarten innern Haut des dünnen Darms.

Man

Digitized by Google

Man hat, durch Lieberkühn s) verleitet, unter dem Vergröſserungsglase an der Spitze jener Darmzotten eine Oeffnung zu sehen geglaubt. Allein Rudolphi t), dessen Zeugniſs hier gewiſs von Gewicht ist, fand nie eine solche Oeffnung; der jüngere Hedwig v) beobachtete sie in einigen wenigen Fällen, und in diesen fand ohne Zweifel bey den starken Vergröſserungen, die er gebrauchte, eine optische Täuschung statt; von Bleuland w) hat man eine colorirte Abbildung, worin die Flocken der menschlichen Darmhaut mit Oeffnungen vorgestellt sind, aber sicherlich blos nach der Phantasie, da es bey der schwachen, von Bleuland angewandten Vergröſserung unmöglich war, die Oeffnungen wahrzunehmen.

Eben so zweifelhaft ist es, ob es, wie Lieberkühn beobachtet zu haben glaubte, in jedem dieser Flocken eine mit Zellgewebe angefüllte Höhlung (ampullula) giebt. Hewson x) und Rudol-

s) De fabrica et actione villorum intestinor. tenuium hominis. Lugd. Bat. 1745. p. 5.

t) A. a. O. S. 66. 71. 76. 363.

v) Disquis. ampullularum Lieberkühnii phys. microscop. Lips. 1797. S. 1.

w) Vasculorum in intestinorum tenuium tunicis, subtilioris anatomes opera detegendorum descriptio. Traject. ad Rhen. Tab. 2. f. 1.

x) Exper. Inquiries into the lymphatic System.

dieser. Der Klipdas (Hyrax) hat zwey wurmförmige Anhänge am Anfang des Mastdarms, und ähnliche Theile giebt es auch bey den Ameisenfressern (Myrmecophaga). Die letztern aber haben dabey keinen Blinddarm, den der Klipdas, und zwar von vorzüglicher Länge und Weite, besitzt. Die Echidna und der Ornithorynchus haben einen einfachen wurmförmigen Anhang ohne Blinddarm. Ausser den angeführten Thieren gehören noch zu denen, welchen der Blinddarm fehlt, das Geschlecht der Fledermäuse und alle Cetaceen, die Wallrosse abgerechnet.

Dieser Theil ist ein auffallendes Beyspiel von dem Einfluſs mehrerer ganz verschiedener Ursachen auf den Bau des Nahrungscanals. Eine Ausnahme von der Regel, daſs die fleischfressenden Thiere einen Blinddarm besitzen, machen die Bären, Dachse, Maulwürfe, Spitzmäuse und Igel. Aber diese Thiere nähren sich zum Theil von Vegetabilien, und unterscheiden sich zugleich von den übrigen Thieren der Hundefamilie darin, daſs sie beym Gehen auf die ganze Fuſssohle, und nicht wie diese blos auf die Zehen treten. Allein die Gegenwart oder Abwesenheit eines Blinddarms muſs doch von noch andern Umständen abhängen. Der Marder, ein rein fleischfressendes Thier, hat kein Coecum; hingegen besitzt dasselbe die Viverra Ichneumon L., ein Thier, das

wie

wie die Bären beym Gehen auf die ganze Fufs-sohle tritt.

Am meisten ist indefs der Blinddarm bey den pflanzenfressenden Thieren und denen, die von gemischter Nahrung leben, ausgebildet. Bey dem Hasen und Kaninchen ist er länger als das ganze Thier und inwendig hat er eine schneckenförmige, von seiner Mündung bis zum entgegengesetzten Ende fortgehende Klappe. Beym zweyhörnigen Rhinoceros ist er, nach Sparrmann c), im Anfang eben so weit und mehr als viermal so lang wie der Magen. Bey den fleischfressenden Thieren ist er durchgängig klein und von einfacher Bildung.

Bey den Vögeln giebt es ebenfalls einen Blinddarm, und auch hier ist dieser Theil gewöhnlich weit kürzer und weit einfacher bey den fleischfressenden Arten, als bey den übrigen. Nicht selten fehlt er bey jenen auch ganz. Die meisten Vögel haben zwey Blinddärme, die sich beym Anfang des Mastdarms in den Darmcanal öffnen d). Doch ist diese Regel nicht allgemein. Eine Ausnahme von derselben habe ich unter andern bey einer in der Gegend von Bremen gefangenen Enten-

c) Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffn. S. 416 ff.

d) Biol. Bd. 1. S. 232.

tenart e) gefunden, die mit Strix stridula verwandt, doch nicht ganz einerley ist. Hier war der Magen knorpelartig, und in der Mitte des Darmcanals befand sich ein ebenfalls knorpelartiger, doch nur kurzer und enger Blinddarm. Sonst haben auch alle Reiherarten (BUFFON's Herons) nur Ein Coecum, statt dafs der mit ihnen so nahe verwandte Kranich deren zwey besitzt.

Unter den Amphibien, Fischen und Mollusken sind sehr wenig Arten mit einem Blinddarm versehen. In der Classe der Amphibien findet man ihn blos beym Leguan, und unter den Fischen beym Polypterus niloticus f). Unter den Mollusken haben einige Arten der Austernfamilie einen blinden Anhang des Darmcanals. Dieser befindet sich aber neben dem Pylorus, also an einer ganz andern Stelle, wie bey *den Thieren* der höhern Classen,

Unter den Insekten giebt es, nach RAMDOHR g), nur wenige, die einen Blinddarm besitzen. Er führt als solche blos die Sylpha obscura, den Nicrophorus Vespillo und die Nepa cinerea

e) Strix capite laevi, corpore supra fusco, fasciis transversariis undulatis nigris, remige tertio longiore.

f) GEOFFROY, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 1. p. 64. — CUVIER (Leçons d'Anat. comp. T. 3. p. 543.) aber erwähnt keines Blinddarms bey diesem Fisch.

g) Abh. über die Verdauungswerkz. der Ins. S. 40.

Digitized by Google

cinerea an. Ich muſs hierin aber RAMDOHR'n widersprechen. Alle Schmetterlinge haben im ausgebildeten Zustande einen Blinddarm, der sich in den Anfang des Mastdarms öffnet, am Darmcanal herauf liegt, und den Saft enthält, den mehrere Sphinxe, wenn sie geängstigt werden, durch den After aussprützen. Nach der Ausleerung des Safts zieht sich aber dieser Theil so zusammen, daſs man ihn bey der Zergliederung leicht übersieht. Einen ähnlichen Blinddarm besitzen die Spinnen. Ein Coecum, das fast so lang wie der ganze übrige Darmcanal ist, und sich in die Mitte desselben öffnet, habe ich beym Dytiscus marginalis gefunden.

Bey allen Säugthieren, die einen wahren Blinddarm besitzen, hat der folgende Theil des dicken Darms, in welchen sich jener öffnet, bis zum Mastdarm, mit dem Coecum in seinem Innern gewöhnlich einerley Bildung. Man unterscheidet diesen Theil von dem letztern unter dem Namen des Grimmdarms (Colon). In der That aber macht er mit dem Blinddarm nur ein einziges Organ aus, welches als eine Art von Magen anzusehen ist. Bey mehrern Thieren zeichnet sich der Grimmdarm durch eine Menge Zellen aus, worin dessen Höhlung abgetheilt ist. Diese werden durch drey Fleischstränge der Muskelhaut gebildet, die von dem verschlossenen

Ende des Blinddarms an bis zum Anfang des Mastdarms über das Coecum und Colon der Länge nach fortgehen, und, indem sie kürzer als die übrigen Darmhäute sind, in den letztern blinde Säcke hervorbringen. Solche Zellen giebt es bey den meisten Säugthieren, die sich von Vegetabilien, oder von beyderley Nahrungsmitteln nähren, doch mit Ausnahme der rinderartigen Thiere und des Mäusegeschlechts. Sie fehlen hingegen bey den fleischfressenden Thieren und den Vögeln. Unter den letztern macht blos der Straufs eine Ausnahme. In der Classe der Insekten aber giebt es bey vielen Arten, besonders bey mehrern Käfern, ein zelliges Colon. Ein Blinddarm findet sich an dem obern Ende desselben nicht. Aber in der Muskelhaut desselben laufen der Länge nach mehrere solcher fleisch- und sehnenartiger Bänder, wie in dem Grimmdarm, und geben ihm ein gekerbtes Ansehn h). Bey dem Dytiscus marginalis L., der, wie oben bemerkt ist, einen sehr langen Blinddarm in der Mitte des Darmcanals besitzt, hat dieses Coecum solche Ligamente, da der übrige Darm ein weiter, häutiger Sack ist.

Die Amphibien und Fische haben zwar keinen eigentlichen Grimmdarm. Doch findet sich bey einigen der letztern ein Bau, welcher der zellen-

h) Ramdohr (a. a. O. S. 32.) nennt diesen Darm den Dünndarm.

zellenartigen Struktur des Colons ähnlich ist. Es giebt nähmlich bey den Rochen, Hayen, Stöhren und dem Polyodon Geoffr. eine lange, spiralförmige Falte der Darmhäute, die sich vom Pförtner bis zum Anfang des Mastdarms erstreckt i). Etwas Aehnliches trifft man auch bey den Insekten der Bienenfamilie an.

Jene Fische haben einen sehr kurzen Darmcanal, und die spiralförmige Falte dient zur Vergröſserung der innern Fläche desselben. Einen ähnlichen Zweck haben alle Falten und Zellen im Innern dieser Röhre. Die Länge eines Darms kann daher unbeträchtlich seyn, und doch kann er, wegen vieler solcher Falten und Zellen, eine groſse innere Fläche besitzen. Bringen wir diesen Umstand mit in Anschlag, und sehen dabey auf die Weite des Darmcanals, so wie auf den mehr oder weniger zusammengesetzten Bau des Magens, so läſst sich annehmen, daſs im Allgemeinen auch der Darm, wie der übrige Nahrungscanal, eine gröſsere innere Fläche bey den pflanzenfressenden, als bey den fleischfressenden Arten hat. Ohne Ausnahme ist aber diese Regel so wenig wie jede andere, die das Verhältniſs der Verdauungsorgane zur Beschaffenheit der Nahrungs-

i) Haller a. a. O. p. 25. — Cuvier a. a. O. T. 3. p. 518.

Wir haben oben gesehen, dafs der Magen sehr reich an Blutgefäfsen ist. Der dünne Darm giebt ihm hierin nicht viel nach. Auf der innern Haut dieses Theils bilden die letzten Aeste jener Gefäfse ein dichtes Netz, das beynahe das Ansehn einer eigenen Haut hat. Weniger zahlreich sind die Gefäfse, die zum dicken Darm gehen. Alle, bey den Thieren der höhern Classen von der Oberbaucharterie und der obern *und* untern Gekrösearterie abstammenden Schlagadern des Darmcanals aber gehen zwischen den beyden Blättern des Gekröses zu den Gedärmen, und auf eben dem Wege vereinigen sich auch die sämmtlichen Venen jenes Canals zu immer gröfsern Zweigen und Aesten, um sich mit der Milzvene zum Stamm der Pfortader zu verbinden und nach dieser Vereinigung von neuem in der *Leber* zu zerästeln.

Jener Fortsatz des Bauchfells, der den Darmcanal überzieht, und zwischen welchem die Blutgefäfse desselben fortgehen, ist vorzüglich den vier höhern Thierclassen eigen. Man findet ihn nicht bey den Insekten. Doch unter den Mollusken, denen man das Gekröse bisher absprach, finde ich bey den nackten Wegschnecken (Limax) allerdings einen Fortsatz des Bauchfells, der die Krümmungen des Darmcanals mit einander verbindet, und in welchem die Zweige der Blutge-

fäfse

fäſse liegen. Ein deutliches Gekröse giebt es auch bey den Holothurien und Asterien.

Den Venen des Darmcanals ist ausser der ausgezeichneten Art, wie sie von dem letztern zurückkehren und sich zur Pfortader vereinigen, noch der merkwürdige Umstand eigen, daſs ihnen die Klappen der übrigen Venen gänzlich fehlen, eine Eigenheit, die sich, wie schon oben erwähnt ist, auch auf die Pfortader erstreckt.

Die Thiere der vier obern Classen besitzen nebst den Blutgefäſsen noch eine andere Art Adern, die Saugadern; die gleich jenen in alle Organe, ausgenommen das Rückenmark, den Augapfel und den Kindestheil des Mutterkuchens, dringen. Sie haben einen geschlängelten Fortgang, verbinden und trennen sich häufig während ihres Verlaufs, besitzen zahlreiche Klappen in ihrem Innern, die ihnen auswendig ein gegliedertes Ansehn geben, enthalten eine durchsichtige Flüssigkeit, und führen diese durch einen einfachen oder doppelten Hauptstamm, in welchem sie sich insgesammt vereinigen, in die Hals- oder Schlüsselbeinvene. Bey den Säugthieren, und vorzüglich bey dem Menschen, dringen die kleinern Stämme aller dieser Gefäſse, ehe sie zum Hauptstamm gelangen, erst durch eine oder mehrere Drüsen, länglichrunde, meist platte Organe, die aus Zellgewebe und einem Netz von Blutgefäſsen bestehen, und an

an manchen Stellen deutliche Höhlungen zeigen o). Die zu ihnen gelangenden Saugaderstämme zerästeln sich in ihnen zu den feinsten Aesten, und diese Aeste sammeln sich wieder zu gröſsern und immer gröſsern Zweigen, und endlich zu einem einzigen Stamm, der sich oft, verbunden mit andern Stämmen, von neuem in andern Drüsen zerästelt. Das Gebiet dieser Drüsen aber ist weit eingeschränkter als das der Saugadern. *Bey den* Vögeln sind sie nur noch am Halse vorhanden; bey den Amphibien und Fischen fehlen sie ganz. Doch finden sich bey den letztern noch eben sowohl Saugadern, als bey den Säugthieren und Vögeln. Hingegen bey den Mollusken scheinen auch diese Gefäſse zu fehlen; wenigstens sind die Theile, die Poli für Lymphgefäſse hielt p), wahrscheinlich Nerven q). Bey den Insekten, die durch Luftröhren athmen, fehlen sie *zuverlässig.*

Sehr reich an diesen Saugadern ist auch der ganze Darmcanal. Die des dünnen Darms sind von vorzüglicher Weite. Sie dringen bis in die Flockenhaut, und enthalten zur Zeit der Verdauung eine weisse, undurchsichtige Flüssigkeit. Man hat sie deshalb von den übrigen durch den Namen der Milchgefäſse unterschieden.

Allein

o) Sömmering's Gefäſslehre. S. 443.

p) Biologie. Bd. 1. S. 327.

i) Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 2. p. 308.

Allein in ihrer Struktur giebt es keine Verschiedenheit zwischen ihnen und den übrigen Saugadern. Alle lymphatische Gefäfse der Gedärme gehen, wie die Blutgefäfse, zwischen den beyden Platten des Gekröses fort, indem sie häufige und dichte Geflechte bilden, und zwischen diesen Platten liegen auch die vielen Drüsen, wodurch sie ihren Fortgang nehmen. Diese Gekrösdrüsen bilden bey einigen Säugthieren, besonders bey den Arten der Hundefamilie, eine beträchtliche Anhäufung, das sogenannte Asellische Pankreas. Alle jene Saugadern des Darmcanals vereinigen sich mit den sämmtlichen Lymphgefäfsen der untern Gliedmafsen und aller, sowohl äussern, als innern Theile des Unterleibs, mit Ausnahme einiger Saugadern der Leber, zu dem linken Hauptstamm des Saugadersystems (dem Brustgange, der Milch- oder Speisesaft-Röhre), der im Unterleibe bey mehrern Säugthieren eine beträchtliche Anschwellung (Cisterna chyli), bey den Amphibien und Fischen ein grofses Geflecht bildet.

Wo überhaupt keine lymphatische Gefäfse vorhanden sind, giebt es auch keine Milchgefäfse. Diese fehlen also den Mollusken und den übrigen Thieren der niedern Classen. Indefs giebt es eine Art Adern an dem Nahrungscanal des Skorpions, die insofern Aehnlichkeit mit den Milchgefäfsen haben, dafs sie ebenfalls eine Flüssigkeit

sigkeit aus jenem Canal in den übrigen Körper leiten, von einer andern Seite aber diesen ganz unähnlich sind, indem die Milchgefäſse sich an den Gedärmen zerästeln, und sich von hier zu Zweigen und einem gemeinschaftlichen Stamm vereinigen, jene hingegen mit acht Stämmen aus dem Nahrungscanal entstehen und sich in dem Fettkörper verbreiten r). Eine ähnliche Organisation scheint auch den Spinnen und *mehrern* Kiemenfüſslern eigen zu seyn.

Bey allen Thieren hat der Darmcanal zahlreiche, aber nicht starke Nerven. Bey dem Menschen und den Säugthieren kommen sie gröſstentheils von den Geflechten der Intercostalnerven, und nach unten auch von den Kreutznerven. Nur der obere Theil des dünnen Darms erhält auch einige Aeste von dem achten Paar der *Hirnnerven*. Der übrige Darmcanal steht mit dem *Gehirn in* keiner unmittelbaren Verbindung.

§. 16.

Bewegungen des Darmcanals. Uebergang der Speisen in Chylus. Darmausleerung.

Im ganzen Darmcanal findet, so oft er Speise enthält, oder ein sonstiger Reitz auf ihn wirkt, eine wurmförmige Bewegung statt, welche fortdauert, bis die Speise theils eingesogen, theils aus-

r) M. vergl. §. 2. Kap. 2. Abschn. 3. dieses 5ten Buchs.

Digitized by Google

ausgeleert, oder der Reitz entfernt ist. Der Darm verengert sich dabey an der gereitzten Stelle vermittelst seiner Queerfasern, und verkürzt sich zugleich der Länge nach bis auf eine gewisse Strecke durch Zusammenziehung seiner longitudinalen Fasern. Die Verengerung schreitet von Stelle zu Stelle fort; auf die Verkürzung folgt eine Ausdehnung, und aus beyden Bewegungen entsteht eine dritte zusammengesetzte, vermöge welcher sich der Darm aufrichtet, wieder senkt, und schlangenförmig windet. Dieses Fortwälzen geht vorzüglich vom Pförtner zum After. Von Zeit zu Zeit aber wird dasselbe durch eine rückgängige Bewegung unterbrochen, die bald in diesem, bald in jenem Theile des Darmcanals eintritt, bald eine längere, bald eine kürzere Zeit mit der absteigenden Bewegung wechselt, doch im gesunden Zustande immer von dieser zuletzt überwunden wird.

Es giebt keine Thierclasse, in welcher jene Bewegung nicht wahrgenommen ist s). Auch bey den Amphibien und Fischen, an deren Magen nur selten, oder noch gar nicht Zusammenziehungen beobach-

s) Eine neuere Beobachtung der peristaltischen Bewegung an den Gedärmen eines lebenden Menschen s. m. in Scheidemantel's Fränkischen Beyträgen zur Arzneygelahrtheit. Dessau. 1784.

beobachtet sind, ist der Darmcanal oft in Thätigkeit gesehen worden t). Doch ist diese wurmförmige Bewegung nicht zu allen Zeiten, nicht immer in gleichem Grade, und nicht bey allen Thieren in gleicher Stärke vorhanden. Am trägsten ist sie bey den Amphibien und Fischen.

Die durch den Magensaft aufgelösten und durch den Pförtner in den Zwölffingerdarm übergegangenen Speisen werden durch jene Zusammenziehung endlich von der untern Magenöffnung bis zum After fortbewegt, und gehen auf diesem Wege durch ein doppeltes Stadium der Verdauung, von welchen das erste im dünnen, das zweyte im dicken Darm statt findet.

In dem obern Theil des dünnen Darms erscheint der Chymus, der im Magen eine noch ungleichartige Flüssigkeit war, als ein *mehr gleichartiger*, gelblichweisser, dicker Saft v), der noch die nehmlichen Bestandtheile wie im Magen enthält, worin aber das Eisen weniger stark oxydirt und die Säure weniger hervorstechend als zuvor ist w). Bey dieser Veränderung entwickelt sich Wasser-

t) Haller El. Phys. T. VII. L. 24. S. 2. §. 14. p. 77 sq.

v) Haller l. c. §. 1. p. 51. — Neergaard's vergl. Anat. u. s. w. S. 136.

w) Emmert in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 8. H. 2. S. 176. — Werner Exper. circa modum, quo chymus in chylum mutatur. p. 29 sq.

Wasserstoffgas, indem der Sauerstoffgehalt der Luft des dünnen Darms abnimmt x).

Die Eigenschaft, die wir oben (§. 14.) an der Galle in so ausgezeichnetem Grade fanden, alle Säuren abzustumpfen, läfst schon vermuthen, dafs sie es ist, die durch ihre im Zwölffingerdarm vorgehende Zumischung zum Speisebrey jene Veränderung hervorbringen hilft. Diese Vermuthung wird auch durch andere Thatsachen ausser Zweifel gesetzt. Die Galle wird zu der Zeit, wo der Chymus in den dünnen Darm tritt, weit häufiger als im nüchternen Zustande abgesondert. Während der Nüchternheit fliefst nur ein Theil derselben, der hellgelb und wenig bitter ist, in den Darmcanal; das Uebrige geht in die Gallenblase. Bey der Verdauung aber tritt die aus der Leber kommende Galle in das Duodenum, und die Gallenblase entleert sich zugleich des Safts, der sich in ihr angesammelt und mehr Bitterkeit erhalten hat y). Wo der Zutritt der Galle zum Chymus gehemmt ist, geht derselbe fast unverändert durch den After ab.

Der Erfolg von Werner's Versuchen über die Zumischung der Galle zum Chymus stimmt eben-

x) Jurine beym Hallé, Annales de Chimie. T. XI. p. 158.

y) Bichat Traité des membranes.

ebenfalls hiermit überein. Bey dieser Vermischung erfolgt etwas Aehnliches, wie beym Zusatz der Galle zu Milch oder öligen Emulsionen (§. 14.); es bildet sich ein weisser, einem verdickten Schleim ähnlicher Niederschlag, von welchem die Lackmustinktur nur noch schwach, und weit weniger als vom Chymus geröthet wird. Diese Wirkung erfolgt sowohl in der Kälte, als in der Wärme, sowohl von der Galle *eines* andern gleichartigen Individuum, als von eigener Galle, doch weniger stark von der Galle eines generisch verschiedenen Thiers. Zumischung von Wasser zum Chymus und zur Galle hindert dieselbe nicht, sondern befördert sie vielmehr. Der Gallenstoff ist es, wodurch sie hervorgebracht wird. Sie entsteht nicht mehr, wenn dieser der Galle entzogen wird z).

Die obige Vermuthung wird *endlich* auch durch meine Erfahrungen bewiesen. Bey den im 8ten §. dieses Kapitels erzählten Versuchen über die Verdauung der Hühner beobachtete ich, daſs der Chymus derjenigen dieser Thiere, die mit gemischter Nahrung, worunter sich Milch befand, gefüttert waren, im Anfange des dünnen Darms, wo jener noch nicht mit Galle vermischt war, erwärmt einen starken Geruch nach Milchsäure ausstieſs, daſs aber von der Stelle an, wo sich die Gallen-

z) Werner l. c. p. 39 sq.

Gallengänge in den Darmcanal öffnen, keine Spur von dieser Säure weiter zu bemerken war.

Der Gallenstoff scheint sich also mit der von dem Magensaft herrührenden Säure des Chymus auf ähnliche Art wie mit andern Säuren zu verbinden. Doch kann sich die Funktion der Galle auf diese Verbindung allein nicht beschränken. Autenrieth und Werner, die dies zu glauben scheinen, werden durch eine ihrer eigenen Erfahrungen widerlegt, nach welcher der Niederschlag, den man durch künstliche Vermischung des Chymus mit Galle hervorbringt, sich getrocknet anzünden läſst, welches nicht mit dem in dem dünnen Darm befindlichen Speisebrey der Fall ist a). Wir werden unten auch sehen, daſs sich der Gallenstoff zwar in den Exkrementen findet, aber auf eine Art verändert, die nicht blos durch den Einfluſs einer Säure verursacht seyn kann.

Ohne Zweifel wird die Galle im Zwölffingerdarm durch den mit dem Chymus vermischten Speichel, und den sich mit ihr ergieſsenden pankreatischen Saft modifizirt. In Betreff des Speichels habe ich gefunden, daſs derselbe sich mit der Galle verbindet, ohne einen Niederschlag zu machen, und ohne seiner Eigenschaft, von Eisensalzen die Blutfarbe zu erhalten, beraubt zu werden.

a) Werner l. c. p. 45.

werden. Tröpfelte ich eine Auflösung des Eisens in verdünnter Schwefelsäure zu einer Mischung von Gallenstoff und Speichel, so wurde diese erst milchig; dann schied sich der Eyweifsstoff des Speichels, verbunden mit Gallenharz, ab, und nun trat nach und nach die rothe Farbe, doch nur schwach, ein. Vollständiger, doch ebenfalls nur langsam, erschien diese, wenn ich *eine* salpetersaure Eisenauflösung zu einer Auflösung des Speichels und Gallenstoffs in ätzendem Natrum gofs.

Ueber die Funktion des pankreatischen und enterischen Safts sind wir noch sehr im Ungewissen. Bis diese Dunkelheit aufgeklärt seyn wird, mufs in unserer Kenntnifs des Chylifikationsprocesses eine bedeutende Lücke bleiben.

Die Galle wirkt gewifs bey der *Verdauung* vorzüglich durch ihren Gehalt an Schwefel-Wasserstoffgas und Blausäure. Beyde Substanzen gehören zu den wirksamsten Zersetzungsmitteln des Eyweifs. Wasser, das mit ihnen geschwängert ist, nimmt das Eyweifs ohne allen Rückstand auf. Laugen von ätzenden Alkalien, worin Eyweifs aufgelöst ist, lassen beym Zusatz von Säuren einen Theil dieser Substanz immer wieder fallen. Setzte ich hingegen concentrirte Schwefelsäure zu einer Auflösung von Eyweifs in Wasser, das Schwefelkali enthielt, so schied sich anfangs blos

eine

eine dünne Haut ab, die sich aber gleich wieder zertheilte, und ich erhielt blos einen aus Schwefelmilch bestehenden Niederschlag. Noch weniger wirkte die Schwefelsäure auf das Eyweiſs, als ich dieses in 2 Unzen Wasser, welches mit Blausäure gesättigt war, und wozu ich 3 Gran Schwefelkali gesetzt hatte, auflöste, und ohngefähr einen Scrupel jener Säure zumischte; es schied sich unter einem unerträglich stinkenden Dunst blos Schwefel und gar kein Eyweiſs ab. Auch bey Thieren, die durch Blausäure getödtet sind, zeigt sich die zersetzende Kraft derselben an dem Blut, welches nicht geronnen, sondern halbflüssig wie Oel, blauschwarz und klebrig ist b).

Wie aber die Magennerven bey der Bildung des Chymus mitwirkend sind, so haben gewiſs auch die Darmnerven an der Scheidung des Speisebreys in eine assimilirte und auszuleerende Materie wichtigen Antheil. Die Fällung, welche die Galle im Duodenum erleidet, läſst sich allerdings zum Theil aus dem Einfluſs des sauren Magensafts erklären. Allein so vollständig, wie sie wirklich ist, könnte sie nicht seyn, wenn sie blos durch diesen hervorgebracht würde. Die Nerven sind

b) Von Ittner's Beytr. zur Geschichte der Blausäure. S. 121 ff.

sind vielleicht bey der Abscheidung des Gallenstoffs auf ähnliche Art mitwirkend, wie die Pole einer Galvanischen Säule bey der Abscheidung des Eyweifsstoffs aus animalischen Flüssigkeiten.

Nach den bisherigen Gründen vermuthe ich, dafs der Chymus, der mit dem Magensaft eine gallertartige Substanz ausmachte, nicht nur durch die Galle seiner überflüssigen Säure beraubt, sondern auch völlig zersetzt, und in einen schleimartigen Zustand gebracht wird. Der im dünnen Darm befindliche Speisebrey ist indefs eine Mischung aus assimilirten und auszuleerenden Stoffen. Es ist nicht leicht durch Versuche auszumachen, welche Bestandtheile desselben zu den erstern, und welche zu den letztern gehören. Indefs so viel ist ausgemacht, dafs der Chymus nach dem untern Ende des dünnen Darms hin eine graue Farbe und ein milchartiges Ansehn bekömmt; dafs die Säure, die er noch hatte, sich ganz, oder doch gröfstentheils verloren hat, und dafs die in ihm befindlichen Eisentheile noch weniger als vorher oxydirt sind c). Wenn aber WERNER d) fand, dafs der Chymus im untern dünnen Darm an der Luft und in der Wärme

c) NEERGARD a. a. O. — WERNER l. c. p. 29 sq. — EMMERT a. a. O.

d) L. c. p. 27.

Wärme gerann, so mufs man voraussetzen, dafs der Speisebrey bey diesen Erfahrungen noch unzersetzten Gallenstoff enthält; wenigstens ist es unwahrscheinlich, dafs die Bildung des Eyweifsstoffs früher als in den Milchgefäfsen eintritt.

Diese Bemerkungen sind zum Theil Resultate meiner eigenen Erfahrungen. Im 8ten §. dieses Kapitels habe ich erzählt, dafs ich bey Hühnern, die mit Fleischbrühe, Milch, Graupen und Gerstenkörnern gefüttert waren, im Anfange des dünnen Darms an unaufgelösten Substanzen geronnene Milch, an aufgelösten Stärkemehl und thierischen Schleim fand. In dem folgenden Theil des Darms dieser Thiere, von der Insertion der Gallengänge an, fand ich einen grauen Brey, der sich bis zum Anfang des Colon erstreckte, und an der Stelle, wo sich die Galle mit ihm vermischt hatte, gelb gefärbt war. Ich sammelte denselben von einem der Hühner, und infundirte ihn mit kaltem Wasser. Dieses färbte sich gelblich, und liefs eine flockenartige Materie unaufgelöst zurück. Die letztere löste sich in ätzendem Kali vollständig auf, und schied sich, mit Alcohol vermischt und bis zum Kochen erhitzt, nicht wieder davon ab. Sie war also nicht Eyweifsstoff, welcher, in Laugensalz aufgelöst, durch Alcohol und durch die Siedehitze wieder niedergeschlagen wird. Von der Gallerte hatte er gar

 keine

keine Eigenschaften. Ich konnte ihn also nur für erhärteten Schleim annehmen. Das gelbliche Wasser hauchte nach dem Filtriren und Abdampfen den Geruch des Fleischextrakts aus. Der Rückstand gelatinirte in der Kälte nicht. Er war auflöslich in Alkalien, und zum Theil auch in Säuren; von Weingeist wurde nichts daraus gefällt; essigsaures Bley brachte einen weissen, flockenartigen Niederschlag darin hervor; *bloſser* Galläpfelaufguſs wirkte nicht darauf; wurde aber zu der Mischung mit Galläpfelaufguſs Kali und Weingeist gesetzt, so fiel ein ähnlicher körniger Bodensatz, wie aus einer mit eben diesen Reagentien vermischten Auflösung des thierischen Schleims in Säuren, nieder. Alle diese Eigenschaften sind die des thierischen Schleims e). Hier fand sich also überhaupt nur Schleim; *selbst* der Eyweiſsstoff der Galle war so *verändert, daſs* er sich allen den Reagentien entzog, die sonst seine Gegenwart anzeigen f).

Anders verhielt sich der mit Galle gefärbte Speisebrey bey dem im 8ten §. erwähnten Huhn, welches blos mit Gerstenkörnern und Wasser gefüttert war. Hier war der Chymus in dem mittlern

e) M. s. den 8ten §. dieses Kap.

f) Eben so fand Emmert (a. a. O.) im Speisebrey des obern dünnen Darms eines Pferdes keine Spur von Eyweiſsstoff.

lern und untern Theil des dünnen Darms stark gelb gefärbt. Kaltes Wasser zog diese Farbe aus. Nach dem Filtriren und Abdampfen des Aufgusses wurde die Farbe desselben braun. Ein Zusatz von Alcohol brachte eine ähnliche Wirkung darin hervor, wie in der Galle; es entstand eine weisse Wolke von gerinnendem Eyweifsstoff, worin der Gallenstoff eingeschlossen war. Dieser hatte indefs nicht mehr seine ursprüngliche grüne Farbe, sondern war eine braune, pulverartige, in Essig- und Salpetersäure auflösliche Materie. Der Bodensatz des Aufgusses löste sich nicht, wie der des vorigen Versuchs, in ätzendem Laugensalz vollständig auf, sondern hinterliefs einen Rückstand, der aus unzersetzten vegetabilischen Fasern zu bestehen schien. Bey diesem Thier, wo die Verdauung im obern Theil des Darmcanals noch nicht so weit als bey dem vorigen vorgeschritten war, hatte sich also eine beträchtliche Menge Galle ergossen, die aber noch nicht vollständig zersetzt war. Es fand sich hier Eyweifsstoff; allein dieser rührte offenbar von der Galle her, und war kein assimilirter Bestandtheil des Speisebreys.

Mit dem Uebergang des Chymus in den Blinddarm und das Colon fängt ein neues Stadium der Verdauung an. Wir haben schon oben eine Aehnlichkeit jener beyden Därme mit einem Ma-

gen

gen bemerkt. Bey einigen Thieren ist diese Aehnlichkeit unverkennbar. Der Magen des Känguruh sieht ganz wie ein Blinddarm mit dem Colon aus g), und diese beyden Därme haben beym Rhinoceros ganz das Ansehn eines Magens h). Der Blinddarm hat dabey eine gröfsere Menge Saugadern und Drüsen, und es wird in ihm eine gröfsere Menge Feuchtigkeit abgesondert, als in irgend einem andern Theile des Darmcanals. Diese Absonderung scheint, dem im 12ten §. erzählten Versuch von Home zufolge, vorzüglich dann stark zu seyn, wenn eine Substanz unzersetzt in den Blinddarm gelangt. Wir sahen, dafs bey zwey Eseln, denen, nachdem man sie mehrere Tage ohne Futter und Trank gelassen hatte, Rhabarberpulver eingegeben war, das Coëcum und Colon mehrere Quartiere einer stark mit Rhabarber angefüllten Flüssigkeit enthielten. *Die vielen Drüsen und die grofse Menge Flüssigkeit trifft man auch in dem Coecum der Insekten, und selbst solcher Arten, deren Nahrungscanal sonst keine Drüsen hat, z. B. der Schmetterlinge, an.* Dabey ist es merkwürdig, dafs der Saft des Blinddarms bey mehrern Insekten, besonders bey den Spinnen, ein ähnliches Ansehn wie die in dem Fettkörper derselben enthaltene Materie hat.

Es

g) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 5. Pl. 37. fig. 1. 2.

h) Ebendas. Pl. 39. fig. 12.

Es scheinen daher in dem Coecum und Colon neue Einwirkungen auf den Speisebrey statt zu finden, wodurch die noch übrigen unzersetzten Bestandtheile der Speisen aufgelöst und verähnlicht werden. Eine für den Magensaft nicht ganz auflösliche Substanz ist unter andern die Milch. Diese gerinnt im Magen; ihr fetter und käsiger Theil wird hier zu einem zähen Schleim erweicht, aber nicht aufgelöst. Veratti i) will sie noch im Grimmdarm als eine gelbe, zähe Materie angetroffen haben. So weit habe ich sie bey Hühnern nicht verfolgen können. Aber im Zwölffingerdarm dieser Thiere konnte ich sie noch deutlich erkennen. Solche Substanzen werden im Coecum und Colon aufgelöst, indem die wichtige Veränderung mit ihnen vorgeht, daſs sich bey ungeschwächter Verdauung alle Spur von Säure an ihnen verliert, daſs sie dagegen bey einigen Thieren die entgegengesetzte Beschaffenheit der Alkalescenz annehmen k), und daſs sich Stickgas dabey entwickelt l). Die Galle, die mit dem Chymus der dünnen Därme einen Niederschlag macht, wird von dem Speisebrey des Colons nicht gefällt m). Bey den meisten Thieren, die einen Blind-

i) Comm. Bonon. T. 6. p. 269.

k) Emmert a. a. O.

l) Jurine a. a. O.

m) Werner l. c. p. 43.

Blinddarm von einiger Gröſse haben, fängt auch in diesem Theile der Koth an, sich zu bilden n).

In Krankheiten, wo der Speisebrey im dünnen Darm zurückgehalten wird, erhält derselbe oft schon in dem letztern eine kothartige Beschaffenheit. Man hat hieraus geschlossen, daſs es blos der Aufenthalt der verdauten Speisen an irgend einer Stelle des Darmcanals, und die dabey vorgehende Einsaugung der nährenden Bestandtheile desselben sey, wodurch er in Exkremente verwandelt würde, ohne daſs die Säfte des dicken Darms an dieser Umänderung Antheil hätten o). Allein in einem von Berzelius p) angestellten Versuch gab eine Mischung von gekäuetem Braten und Hühnereyweiſs, die in Gährung gerathen und dann mit Galle vermischt war, nachdem sie zwölf Stunden in einer verstopften Flasche an einem warmen Ort gestanden hatte, den Geruch des frischen und dünnen Koths von sich. Hier war es eine chemische Zersetzung ohne alle Einsaugung, welche jenem Gemisch die kothartige Beschaffenheit gab. Bloſse Einsaugung könnte auch nicht den Uebergang der verdauten Speisen

n) Neergard a. a. O. S. 120. 211.

o) Haller El. Phys. T. VII. L. 24. S. 2. §. 1. p. 51. — S. 3. §. 4. p. 121.

p) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie. B. 5. S. 276.

Digitized by Google

Speisen von der sauren Beschaffenheit zur entgegengesetzten alkalischen hervorbringen. Bey den lethargischen Thieren, wo der Chymus während dem Winterschlaf entweder gar nicht, oder nur äusserst langsam sowohl eingesogen, als fortbewegt wird, geht dieser doch keinesweges im Magen oder Zwölffingerdarm in Exkremente über q).

Nachdem die Speisen im Colon in Exkremente verwandelt sind, gelangen sie in den Mastdarm, wo keine weitere Veränderung mit ihnen vorzugehen scheint, als dafs ihnen die noch übrigen nährenden Bestandtheile völlig entzogen werden, und dafs sie mehr Festigkeit bekommen. Sie verweilen hier eine gewisse Zeit, und werden dann als Koth ausgeleert.

Diesen Auswurfsstoff erhält man unvermischt nur von den Säugthieren und den Thieren der niedern Classen. Bey den Vögeln, Amphibien und Fischen vermischt sich mit ihm in der Cloake der Urin. Er ist überhaupt verschieden nach der Verschiedenheit der Gattungen, der Nahrungsmittel und des körperlichen Zustandes. Schon die eigene Art, wie der Mist verschiedener Thiere als

q) Chymis contentus in hyeme dissectis plerumque lutum terreum, particulis roseis mixtum. So beschreibt PALLAS (Nov. spec. quadrup. e glirium ord. Ed. 2. 250.) den Speisebrey des im Winter erstarrten Lemmus rutilus.

Digitized by Google

als Dünger wirkt, giebt einen Beweis davon. Je gesunder das Thier ist, und je verdaulicher die genossenen Nahrungsmittel sind, desto weniger unzersetztes Futter geht durch den Mastdarm ab, und eine desto homogenere Materie sind die Exkremente. Doch enthält der Koth selbst bey den gesündesten Thieren immer ein fasriges Ueberbleibsel der genossenen Speisen, worin aber, auch bey bloſser thierischer Kost, keine *fleischartige* Bestandtheile mehr befindlich sind r).

Die Beschaffenheit des Koths nimmt auch immer an der Natur der Nahrungsmittel einigen Antheil. Bey dem fliegenden Eichhorn, welches von den Knospen und Sprossen der Birken und Fichten lebt, sind der Speisebrey und die Exkremente von grüngelber Farbe und so harziger Beschaffenheit, daſs sie getrocknet sich am Feuer *gleich* entzünden, und mit einer hellen, *anhaltenden Flamme* verbrennen s).

Nach Grew's Versuchen brauset der Koth einiger Thiere mit Salpetersäure auf t). Er enthält also vielleicht ein freyes Alkali. Doch in dem Ochsen-

r) Thaer und Einhof in Gehlen's neuem allgem. Journ. der Chemie. B. 3. S. 276. — Berzelius ebendas. B. 6. S. 509.

s) Pallas l. c. p. 356.

t) Haller l. c. S. 4. §. 3. p. 172.

Ochsenmist findet sich weder dieses, noch eine freye Säure v). In dem Menschenkoth giebt es, nach Berzelius w), von salzigen und erdigen Bestandtheilen kohlensaures, salzsaures und schwefelsaures Natrum, etwas Kieselerde, phosphorsaure Bittererde und phosphorsaure Kalkerde.

Die Hauptbestandtheile des Koths sind Substanzen, die von den gastrischen Säften, besonders von der Galle, herrühren. Berzelius x) fand in den menschlichen Exkrementen unzersetzte Galle, Eyweifsstoff, Gallenharz und zwey eigenthümliche Substanzen.

Das Gallenharz des Koths hat im Wesentlichen dieselbe Beschaffenheit wie dasjenige, welches aus der frischen Galle durch Säuren gefällt wird. Berzelius führt zwar einige Verschiedenheiten zwischen jenem und dem letztern an, z. B. dafs das Harz des Koths, mit Schwefelsäure gefällt, nicht wie das der frischen Galle beym Abdampfen rothbraun, sondern schmutzig graubraun wird. Aber diese Unterschiede scheinen mir nicht wesentlich zu seyn.

Jenes Gallenharz der Exkremente ist in dem Bodensatz, den der wässrige Auszug derselben absetzt,

v) Thaer und Einhof a. a. O.
w) A. a. O.
x) A. a. O.

absetzt, mit dem einen der beyden erwähnten eigenthümlichen Stoffe verbunden. Dieser löst sich, abgesondert von dem Gallenharz, in Wasser auf, ist geruch- und geschmacklos, sieht dem Leim ähnlich, gelatinirt aber nicht, und wird nicht durch den Gerbestoff gefällt.

Den andern eigenthümlichen Stoff findet man in dem wässrigen Auszug des Koths *aufgelöst*, woraus er durch den Gerbestoff mit rother Farbe und als ein Pulver gefällt wird, wenn dessen Menge nicht hinreicht, um alles niederzuschlagen; hingegen mit graubrauner Farbe und in an einander hängenden Flocken, wenn dieser in Uebermaſs zugesetzt wird. Er ist ausserdem im Alcohol auflöslich; seine rothbraune Farbe wird durch Säuren hochroth gemacht; zu den Neutralsalzen hat er keine Verwandtschaft, hingegen *eine groſse* zu den Metalloxyden; im offenen Feuer verbrennt er mit Rauch und ammoniakalischem Geruch, und läſst eine Asche zurück, die Natrum und phosphorsaure Erdsalze in sehr geringer Quantität enthält. Berzelius schlieſst aus einigen mit dieser Materie gemachten Versuchen, daſs sie nicht als solche im Darmcanal abgeschieden wird, sondern sich erst durch Einwirkung der Luft aus dem Gallenharz und vielleicht auch dem Eyweiſsstoff der Galle bildet.

Die

Die Exkremente der Vögel gehen vermischt mit dem Urin ab, und lassen sich daher nicht abgesondert von dem letztern zerlegen. Leichter ist diese Trennung bey den Amphibien zu bewerkstelligen, wo zwar auch beyde Materien zugleich excernirt werden, der Harn aber eine feste, weisse, kreidenartige, dem schwärzlichen Darmkoth blos mit dem einen Ende anhängende Substanz ist y). Bey den Vögeln bildet sich indess der Koth schon in den Blinddärmen, und hier ist er mit dem Urin noch nicht vermischt. Ich habe ihn aus diesen Theilen der beyden Hühner gesammelt, über deren Verdauung ich meine oben gedachten Versuche anstellte, und in demselben die nehmlichen Bestandtheile gefunden, die Berzelius in den menschlichen Exkrementen antraf, zugleich aber noch folgende Bemerkungen daran gemacht.

1. Bey beyden Hühnern, und selbst bey dem mit gemischter Nahrung gefütterten, dessen Chymus in dem mittlern Theil des Darmcanals keinen Eyweissstoff enthielt, fand ich diesen Stoff doch im Koth der Blinddärme. Im untern Theile des Darmcanals müssen also eyweisshaltige Stoffe abgesondert werden.

2.

y) Von Schreibers in Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge. B. 13. S. 83.

Digitized by Google

2. Der Kothgeruch der Exkremente wurde nicht durch Säuren, wohl aber durch ätzendes Kali aufgehoben.

3. Die von Berzelius in den menschlichen Exkrementen entdeckte rothbraune Materie traf ich auch in dem Hühnerkoth an. Ich fand zugleich die Bemerkung dieses Schriftstellers bestätigt, dafs dieselbe, in Säuren aufgelöst, *eine röthliche Farbe* annimmt. Diese Beobachtung *liefs* mich in ihr die in dem Speichel befindliche Blutsäure, welche die Eigenschaft hat, mit Auflösungen des Eisens in Säuren eine blutrothe Farbe anzunehmen, vermuthen z). Um hierüber Gewifsheit zu erhalten, vermischte ich jene Materie mit einer Auflösung des Eisens in Salpetersäure. Die Mischung erhielt in der That eine rothe Farbe, obgleich bey weitem nicht die *Farbe* des Bluts. Sie entstand aber nur bey *dem mit* gemischten Nahrungsmitteln gefütterten Huhn, hingegen nicht bey dem, welches blos Gerstenkörner erhalten hatte. Nach dieser Erfahrung scheint also die Bildung der rothbraunen Materie durch thierische Nahrung befördert zu werden.

4. Diese Materie ist ohne Zweifel, wie Berzelius schon vermuthet hat, ein modifizirter Gallenstoff. Bey einem meiner Versuche fand ich, dafs Galläpfelaufgufs aus dem Wasser, womit der in dem

z) M. vergl. §. 6. dieses Kap.

Digitized by Google

dem untern Theile des dünnen Darms enthaltene, mit Galle gefärbte Speisebrey ausgezogen war, ein braunes Pulver niederschlug, welches einem durch dasselbe Reagens aus der rothbraunen Materie des Koths gefällten Niederschlag sehr ähnlich war, und nur von verändertem Gallenstoff herrühren konnte. Ich bemerkte auch, dafs ein Weingeistauszug des Koths nach dem Abdampfen eine Substanz von harzigem Ansehn zurückliefs, welche die nehmliche rothbraune Farbe wie eine abgedampfte Auflösung des Gallenharzes in Schwefelsäure hatte, und dafs sich dabey Krystalle absetzten, die mir schwefelsaures Natrum zu seyn schienen. Ich glaube daher, dafs der Gallenstoff sich in die rothbraune Materie des Koths verwandelt, indem in dem untern Theile des Darmcanals Schwefelsäure entsteht, die sich mit dem Gallenharz verbindet, und in dieser Verbindung durch den Einflufs der Nervenkraft auf gleiche Art, wie durch eine hohe Temperatur, verändert wird.

5. Sowohl aus den Auflösungen des Koths, als aus denen der Materie des ganzen Nahrungscanals wurde durch Sauerkleesäure sehr wenig Kalk niedergeschlagen. Diese Beobachtung ist um so auffallender, da bey den Vögeln eine so grofse Menge Kalk in den Urin und in die Eyerschalen abgesetzt wird.

Nach den bisher angeführten Erfahrungen zeigt der von der Galle herrührende Theil des Koths deutliche Spuren der Einwirkung einer Säure auf den Gallenstoff, die ursprünglich blos von dem Magensaft herrühren kann. Dafs sich diese Spuren bey den Thieren der höhern Classen, deren gastrischer Saft eine freye Säure hat, finden würden, war zu erwarten. Aber es war zweifelhaft, wie die Beschaffenheit der *galligen* Bestandtheile des Koths bey den Thieren der niedern Classen seyn würde, deren Magensaft keine saure, oder gar eine alkalische Reaktion zeigt. Um diesen Punkt auszumachen, untersuchte ich die Exkremente der Weinbergschnecke (Helix Pomatia L.) Diese bilden lange, gewundene, mit Gallerte überzogene, schwarzgrüne Cylinder. Ein Aufgufs derselben mit Alkohol bekam eine saftgrüne Farbe. Während dem Abdampfen dieses Aufgusses entstand eine weifse, fettartige Haut auf der Flüssigkeit; zuletzt blieb eine grüne, wachsartige Materie zurück, die einen Fettgeruch hatte, und sich in Wasser, doch mit Verlust ihrer grünen Farbe, auflöste. Diese Eigenschaften sind die nehmlichen, welche der durch Säuren niedergeschlagene und in Alcohol wieder aufgelöste Gallenstoff der Säugthiere zeigt; nur scheint das Fett des Gallenstoffs nicht so stark im Schnekkenkoth, als in der Rindergalle gesäuert zu seyn. Meine obige Vermuthung, dafs bey den Thieren der

der niedern Classen der Magensaft ebenfalls eine Säure enthält, die nur durch zugemischten Schleim verhüllt ist a), erhält also hierdurch Bestätigung.

Ausser dem Gallenharz fand ich in dem Schnekkenkoth noch etwas Eyweifsstoff, vegetabilischen Faserstoff und eine beträchtliche Menge Sand, aber keine Kalkerde. Slevogt's b) Bemerkung, dafs der Koth der Waldschnecke keine Kalktheile enthält, gilt also auch von der Weinbergsschnecke. Die Kalkerde scheint hier theils in das Gehäuse, theils in den Kalkbeutel abgesetzt zu werden, welcher letztere vielleicht eine Art Harnblase ist. Der Koth der Weinbergschnecke enthält aber nicht Thonerde, die Slevogt in dem Auswurf der Waldschnecke antraf, und auch bey dieser ist jene Erde wohl nicht immer, sondern nur, wenn sie sich auf Thonboden aufhält, darin anzutreffen.

§. 17.

Uebergang des Chylus in die Masse der Säfte.

Wohin gelangt der im Nahrungscanal assimilirte Theil des Speisebreys (der Speisesaft, Chylus)? Seit der Entdeckung der lymphatischen Gefäfse und deren Verlaufs liegt die Antwort auf diese

a) M. vergl. §. 8. dieses Kap.

b) Voigt's Mag. f. d. neuesten Zustand der Naturkunde. B. 6. S. 465.

diese Frage sehr nahe. Erwägt man die Art, wie jene Gefäſse aus dem Darmcanal entspringen, wie sie sich zu gröſsern und immer gröſsern Zweigen, und endlich zu einem gemeinschaftlichen Stamm vereinigen, und wie dieser in das Blutadersystem übergeht; erwägt man zugleich, daſs alle jene Gefäſse mit Klappen versehen sind, die eingesprützten Flüssigkeiten den Weg vom Darmcanal zum Brustgang verstatten, aber die *Rückkehr* verschlieſsen; so muſs man es schon hieraus wahrscheinlich finden, daſs der Chylus in die Milchgefäſse übergeht, und aus diesen durch den Brustgang zum Herzen gelangt.

Eine Menge Beobachtungen an lebenden Thieren beweisen auch die Richtigkeit dieser Vermuthung. Bey Thieren, die zu der Zeit, wo der Milchsaft durch die dünnen Därme *geht, geöffnet* sind, findet man die Milchgefäſse mit einer weissen Flüssigkeit angefüllt, die immer weiter nach dem Brustgange fortschreitet, und endlich auch diesen anfüllt. Wird eines jener Gefäſse unterbunden, so schwillt es auf ähnliche Art wie eine unterbundene Ader hinter dem Bande nach der Seite des Darmcanals an, und entleert sich auf der andern Seite. Diese Erscheinungen dauern noch eine ziemlich lange Zeit nach dem Tode des Thiers fort. Werden gefärbte, oder mit riechenden Substanzen geschwängerte Flüssigkeiten in

den

den Darmcanal gesprützt, so gehen auch diese in die absorbirenden Gefäfse mit Beybehaltung ihrer Farbe und ihres Geruchs über c).

Nicht weniger thätig sind die absorbirenden Gefäfse des dicken Darms. Beträchtliche Quantitäten einer in den Mastdarm gesprützten Flüssigkeit werden durch sie eingesogen. Vermöge dieser Thätigkeit derselben ist es möglich, blos durch nährende Klystiere das Leben zu fristen d).

Jenes Einsaugungsvermögen ist überhaupt allen lymphatischen Gefäfsen eigen, und alle führen die aufgenommenen Flüssigkeiten zum Brustgange e). Monro durchschnitt einem lebenden Hunde diesen Canal, rieb in die hintern Extremitäten und in den Bauch des Thiers eine Campheremulsion ein, und sprützte dieselbe Flüssigkeit in die Bauchhöhle. Der aus dem untern Theil des durchschnittenen Brustgangs ausgeflossene und aufgefangene Saft verrieth sowohl durch den Geruch, als durch den Geschmack, dafs der Campher eingesogen und in den gemeinschaftlichen Stamm der Lymphgefäfse gelangt war.

Auf diesem Durchgang durch die Milchgefäfse wird der Chylus dem Blute immer ähnlicher, so dafs

c) Haller El. Phys. T. VII. L. 25. S. 2. §. 1 sq. p. 227 sq.
d) Ibid. L. 24. S. 4. §. 5. p. 177.
e) Ibid. T. I. L. 3. S. 4. p. 250 sq.

diese Frage sehr nah ... veilen
jene Gefäfse aus ... nff
sie sich zu gröss...
und endlich z... ...rt, u
vereinigen, ... Speisesaft
übergeht; ... anstellten.
Gefäfse ... und Emmert's Vers
sprützte ...er Pferde eine Flüssigkeit
zum ... gelblicher, oder gelblich-g
vere... Geschm... und einem Geru
wa... des ... Saamens ähnli
... Blut durch die
der ... Luft und des
...nische Mittel, in drey
Faserstoff und dem Cru
... trennen. Der seröse T
Blutwasser, sehr viel Wa
Natrum und Kochsalz, Eywe
...tandtheil, den Reuss und E
halten, und phosphorsaures
...or ähnliche Theil besteht a
Substanz, die jene Gallerte n
...saurem Eisen. Der faserige
wie der Faserstoff des Bluts.
Speisesaft unterscheidet sich
durch einen geringern Gra

...rem. Journal der Chemie.
...utenrieth's Archiv f.

Digitized by Google

bildun vweifsstoff, was
väc Der Gerbe-
Gallerte, son-
Milch extrakt nie-
einzelnen Stell dem Ab-
se zeigt er Verschieden zurück-
o viele Stufen der Näherung de isch-
ute zu betrachten sind. In den Wurzeln
Milchgefäfse ist er eine ziemlich gleichartige,
lchweisse Flüssigkeit, die nur durch die in ihr
immenden Kügelchen und durch die gröfsere
istenz, die sie an der Luft bekömmt, einige
ichartigkeit zeigt. In den gröfsern Milch-
en und der Cisterne erscheint er schon he-
ner. Die Einwirkung der Luft macht die-
was röthlich, aber nicht ganz gleichförmig;
bringt sie ihn, jedoch nur einem kleinen
nach, zum Gerinnen. Der Chylus aus
bern Hälfte des Brustgangs erhält an der
in seiner ganzen Masse eine Farbe, welche
des Schlagaderbluts ziemlich nahe kömmt;
trennt er sich in Serum und in eine Art
Blutkuchen, welcher sich fester und in grö-
er Menge als in dem andern Chylus zeigt.

So weit die Resultate der Versuche von Reuss
d Emmert. Vauquelin's Erfahrungen g) stim-
mit denselben im Allgemeinen überein. Auch
diesen

g) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XVIII. p. 240.

dafs er in dem Brustgange zuweilen schon die rothe Farbe des Bluts besitzt. Auffallend zeigt sich diese allmählige Verähnlichung in den Versuchen, die Reuss und Emmert, und nach ihnen Vauquelin, mit dem Speisesaft der Milchgefäfse von Pferden anstellten.

Nach Reuss's und Emmert's Versuchen f) ist der Chylus der Pferde eine Flüssigkeit von milchweisser, gelblicher, oder gelblich-grauer *Farbe*, salzigem Geschmack, und einem Geruch, welcher dem des männlichen Saamens ähnlich ist. Er läfst sich wie das Blut durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft und des Wassers, so wie durch mechanische Mittel, in drey, dem Blutwasser, dem Faserstoff und dem Cruor ähnliche Bestandtheile trennen. Der seröse Theil enthält, wie das Blutwasser, sehr viel Wasser, etwas ätzendes Natrum und Kochsalz, *Eyweifsstoff*, einen Bestandtheil, den Reuss und Emmert für Gallerte halten, und phosphorsaures Eisen. Der dem Cruor ähnliche Theil besteht aus Eyweifsstoff, der Substanz, die Jene Gallerte nennen, und phosphorsaurem Eisen. Der faserige Theil verhält sich wie der Faserstoff des Bluts.

Der Speisesaft unterscheidet sich aber von dem Blut durch einen geringern Grad von Gerinnbar-

f) Scherer's allgem. Journal der Chemie. B. 5. S. 164. — Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 8. S. 145.

rinnbarkeit und Ausbildung seiner nähern Bestandtheile, durch schwächere Verkalkung des Eisens, und durch eine geringere Menge gerinnbaren Stoffs. Von der Milch ist er gänzlich verschieden. In den einzelnen Stellen des Systems der Milchgefäſse zeigt er Verschiedenheiten, die als eben so viele Stufen der Näherung desselben zum Blute zu betrachten sind. In den Wurzeln der Milchgefäſse ist er eine ziemlich gleichartige, milchweisse Flüssigkeit, die nur durch die in ihr schwimmenden Kügelchen und durch die gröſsere Consistenz, die sie an der Luft bekömmt, einige Ungleichartigkeit zeigt. In den gröſsern Milchgefäſsen und der Cisterne erscheint er schon heterogener. Die Einwirkung der Luft macht diesen etwas röthlich, aber nicht ganz gleichförmig; auch bringt sie ihn, jedoch nur einem kleinen Theile nach, zum Gerinnen. Der Chylus aus der obern Hälfte des Brustgangs erhält an der Luft in seiner ganzen Masse eine Farbe, welche der des Schlagaderbluts ziemlich nahe kömmt; auch trennt er sich in Serum und in eine Art von Blutkuchen, welcher sich fester und in gröſserer Menge als in dem andern Chylus zeigt.

So weit die Resultate der Versuche von Reuss und Emmert. Vauquelin's Erfahrungen g) stimmen mit denselben im Allgemeinen überein. Auch diesen

g) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XVIII. p. 240.

Digitized by Google

diesen zufolge trennt sich der Chylus ausserhalb den Milchgefäſsen in einen flüssigen und einen gerinnenden Theil, welcher letztere in dem Speisesaft aus der Mitte des Brustgangs an der Luft eine röthliche Farbe annimmt. Der flüssige Theil besteht meist aus Eyweiſsstoff, welches überhaupt den gröſsten Theil des Chylus ausmacht, und enthält ein freyes Alkali; der gerinnende *Theil* ist dem Faserstoff des Bluts ähnlich. *In der Asche* des verbrannten Chylus fanden sich kohlensaures, salzsaures und schwefelsaures Natrum, Eisen und phosphorsaure Kalkerde. Aber VAUQUELIN erwähnt keiner Gallerte als Bestandtheil des Chylus, und EMMERT's Versuche beweisen auch nicht die Gegenwart desselben in dem letztern. EMMERT schloſs auf diese aus dem flockigen Niederschlag, den Galläpfeltinktur in dem flüssigen, mit Wasser vermischten Theil des *Speisesafts*, woraus der Eyweiſsstoff durch Kochen abgeschieden war, hervorbrachte, und aus dem gallertartigen Ansehn der Substanz, die nach dem Abdampfen zurückblieb h). Allein durch das Kochen des mit Wasser verdünnten Serum wird nicht aller Eyweiſsstoff daraus abgeschieden; Alcohol schlägt noch immer einen ungeronnen gebliebenen Rückstand dieses Stoffs daraus nieder. Vielleicht also wirkte in jenem Versuch die Galläpfeltinktur nur vermöge des Weingeists, womit sie

h) REIL's Archiv. B. 8. S. 163.

sie bereitet war, und es war Eyweifsstoff, was durch sie niedergeschlagen wurde. Der Gerbestoff schlägt aber auch nicht nur die Gallerte, sondern auch das THOUVENELsche Fleischextrakt nieder. Die gallertartige Masse, die nach dem Abdampfen des flüssigen Theils des Chylus zurückblieb, kann ebenfalls Eyweifsstoff oder Fleischextrakt gewesen seyn.

Statt der Gallerte gedenkt VAUQUELIN einer andern, im flüssigen Theil des Serum enthaltenen Materie, die sich in kochendem Alcohol auflöst, sich nach dem Erkalten zum Theil in der Gestalt von Flocken daraus absetzt, und dem Alcohol die Eigenschaft mittheilt, auch nach dem Erkalten von zugegossenem Wasser getrübt zu werden. VAUQUELIN hält sie für eine Art Fett. Sie hat allerdings manche Eigenschaften dieser Substanz. Aber es fehlt ihr die Haupteigenschaft des Fetts, sich mit Alkalien zu verbinden. Mehr Aehnlichkeit scheint sie mir mit dem Gallenharz zu haben.

Den an der Luft gerinnenden Theil des Chylus fand VAUQUELIN dem Faserstoff des Bluts von manchen Seiten zwar ähnlich, doch auch in einigen Stücken von diesem verschieden. Jener hatte nicht die fibröse Textur, die Stärke und Elasticität des letztern, und löste sich schneller als dieser und ohne Rückstand in ätzendem Natrum

Digitized by Google

trum auf. VAUQUELIN sieht ihn für Eyweiſs an, welches in Faserstoff überzugehen anfängt, und glaubt, daſs die Nahrungsmittel im thierischen Körper erst in Eyweiſsstoff und aus diesem in Faserstoff verwandelt werden.

Die letztere Vermuthung ist der schon von HATTCHET i) und HALLÉ k) aufgestellten Hypothese ähnlich, daſs der *Eyweiſsstoff das erste Produkt des thierischen Bildungsprocesses ist.* Von dieser glaube ich, daſs sie sich immer mehr bestätigen wird, je näher wir die lebende Natur werden kennen lernen. Auch bey den Insekten, und zwar bey denen sowohl, die sich blos von Pflanzen nähren, als bey den fleischfressenden Arten, finde ich, daſs sich aus dem rohen Nahrungssaft immer zuerst Eyweiſssoff erzeugt. Bey diesen *Thieren* füllt der Milchsaft die Zwischenräume *aller in* der Bauchhöhle enthaltenen Eingeweide an, und flieſst nach dem Oeffnen der Bauchhaut in beträchtlicher Menge aus. Bey einer Raupe der Notua dysodea l) fand ich diese Flüssigkeit von dunkelgrüner Farbe, und im Aeussern dem ausgepreſsten Pflanzensaft ganz ähnlich. Sie vermischte sich mit Wasser, und zeigte Spuren von Alkali.

Nach-

i) Philos. Transact. Y. 1800. P. 2. p. 327.

k) Encyclop. method. Art. Aliment.

l) RÖSEL's Insektenbelustigung. Th. 1. Tab. 55.

Digitized by Google

Nachdem sie mit Alcohol vermischt und erhitzt war, bildeten sich sogleich in ihr eine Menge grauer Flocken von gerinnendem Eyweifsstoff, wobey ihre grüne Farbe ganz verschwand.

Eben so verhielt sich die unter der Bauchhaut des Käfers und der Larve vom Scarabaeus nasicornis, und in dem Fettkörper der Spinnen befindliche Flüssigkeit. Der Chylus der Larve des Nashornkäfers scheint mir reines Eyweifs zu seyn. Er ist weifs, dick, zähe, und überhaupt schon dem Aeussern nach von der Beschaffenheit des ungeronnenen Eyweifs. In kaltem Wasser löste er sich nicht auf. In kochendem Wasser und von zugesetztem Alcohol gerann er gröfstentheils. Das Geronnene wurde von ätzendem Natrum wieder aufgelöst. Die übrige Flüssigkeit gab mit einem Galläpfelaufgufs keinen Niederschlag, und enthielt mithin keine Gallerte.

Es findet also in dieser Hinsicht eine merkwürdige Analogie zwischen der Vegetation, durch welche ebenfalls die Nahrungsstoffe in Eyweifs verwandelt, so wie die festen Theile und die abgeschiedenen Säfte aus Eyweifs gebildet werden m), und dem thierischen Bildungsprocefs statt.

Die Verähnlichung des Nahrungssafts geschieht bey einigen Individuen derselben Thierart und

zu

m) M. vergl. Abschn. 2. §. 4. dieses Buchs.

zu gewissen Zeiten früher, zu andern später. Bey den Säugthieren scheint der Chylus zuweilen schon im Brustgange in wirkliches Blut überzugehen. In den Fällen, wo man in diesem Canal zurückgetretenes Blut bemerkt haben will, war dieses, nach Emmert's wahrscheinlicher Vermuthung, nicht Venenblut, sondern schon in Blut verwandelter Chylus n). Ob es aber, wie Emmert glaubt, nicht Chylus war, sondern *Blut*, welches eine der Entzündungshaut ähnliche Beschaffenheit angenommen hatte, das man in einigen Fällen als eine weifsliche Materie aus geöffneten Venen ausfliefsen sah und für unassimilirten Chylus hielt, scheint mir zweifelhaft zu seyn. Hewson's o) Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dafs dieser weisse Saft von eingesogenem und noch unassimilirtem Fett herrührt.

Die

n) Emmert führt zwanzig Fälle der Art an, die von Elsner und Hildebrandt erzählt sind. Noch wichtiger ist Monro's Versicherung, dafs, wenn er erst die Bauchhöhle eines lebenden Thiers, und dann nach einiger Zeit das obere Ende des Brustgangs geöffnet hätte, immer rothe Kügelchen in dem Saft dieses Canals befindlich gewesen wären. (A. Monro Vergleichung des Baues u. der Physiol. der Fische u. s. w. S. 43.)

o) Vom Blute, seinen Eigenschaften u. s. w. Nürnberg. 1780. S. 110.

Digitized by Google

Die Lymphe der übrigen absorbirenden Gefäſse ist verschieden an den verschiedenen Stellen des Körpers p). Die aus einem der gröſsern lymphatischen Gefäſse an der rechten Seite der Lendengegend eines Pferdes genommene Flüssigkeit war durchsichtig, klar, blaſsgelblich, etwas ins Grünliche spielend, von keinem besondern Geruch, aber einem schwachen, dem des Blutwassers ähnlichen Geschmack. Sie gerann an der Luft zu einer klaren, zitternden Gallerte, wovon sich durch Schütteln ein flüssiger, gelblicher Theil abscheiden lieſs, und unterschied sich von dem Chylus der Milchgefäſse und des Brustgangs darin, daſs sie weniger Gehalt an Eyweiſsstoff hatte, langsamer an der Luft coagulirte, ihre Farbe an der Luft nicht in die rothe verwandelte, und keine Kügelchen enthielt q).

§. 18.

Einsaugungsvermögen der Venen des Darmcanals. Das Netz und das Fett.

So ausgemacht es aber auch ist, daſs der Chylus durch das System der absorbirenden Gefäſse dem Blute zugeführt wird, so läſst sich doch die Frage

p) Mascagni vasorum lymphat. corp. hum. hist. p. 28.

q) Reuss und Emmert in Scherer's Journal der Chem. B. 5. S. 691. — Emmert in Reil's Archiv f. d. Phys. B. 8. S. 174. 175.

Diese Gründe sind indeſs nicht so wichtig, als sie auf den ersten Anblick zu seyn scheinen. *Sie* beweisen nur das Unvermögen der Venen, unassimilirte Flüssigkeiten aufzunehmen, nicht aber *das* Unvermögen, Säfte, die dem Körper schon bis auf einen gewissen Grad verähnlicht sind, einzusaugen. Ein Vermögen der letztern Art muſs man allerdings den Venen beylegen, sobald sich zeigen läſst, daſs nicht alles Blut, welches diese zum Herzen zurückführen, aus den letzten Endigungen der Arterien kömmt, sondern daſs das Schlagaderblut zum Theil auf die Bildung anderer Theile verwandt wird, und das Venenblut zum Theil von zersetzten Organen und Flüssigkeiten herrührt. Für diese Meinung lassen sich aber folgende Gründe anführen:

1. Bey den Insekten ist nur ein einziges *Gefäſs* vorhanden, welches die Stelle einer Vene oder Arterie vertritt. Es können also Arterien ohne Venen, oder Venen ohne Arterien seyn.

2. In dem bebrüteten Ey zeigt sich schon früh ein Venenstamm mit vielen Zweigen. Aber weit später erscheinen die Arterien, und diese sind viel weniger zahlreich, weit kleiner und blasser, als die Venen s).

3.

s) Lobstein Essai sur la nutrition du foetus.

3. Es giebt eine Beobachtung von einem Foetus, der kein Herz und keine Arterien hatte t); eine andere von einer Frucht, der die Arterien des Kopfs und der Arme fehlten v), und eine dritte von einem Foetus, in welchem kein Herz und keine Venen vorhanden waren w).

4. Die Venen sind zahlreicher und zugleich weiter, als die Arterien x). Nähmen sie nur das Blut auf, welches ihnen die letztern zuführen, so müſsten sie mit diesen einerley Anzahl und Durchmesser haben.

Wenden wir nach diesen Beweisen den obigen Satz auf die Venen an, so ist allerdings so viel gewiſs, daſs diese keine rohe Flüssigkeiten einsaugen. Es könnte aber seyn, daſs das Zellgewebe an gewissen Stellen einen bis auf einen gewissen Grad assimilirten Saft enthielte, und daſs dieser von den Venen absorbirt würde.

Lassen sich Beweise für diese Hypothese anführen? Ich glaube allerdings; der Verfolg des gegenwärtigen §. wird dieselben enthalten. Hier mache

t) Journal de Trévoux. A. 1706. Juillet.

v) Mém. de l'Acad. de Montpellier.

w) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1740. p. 811. der Octav-Ausg.

x) Haller. El. Phys. T. I. L. 2. S. 2. §. 10. 11. p. 131. 133.

eine Menge in den Dotter herabhängender Gefäſse mit flockigen Enden, deren Funktion keine andere seyn kann, als das Eygelb einzusaugen, und in Blut umgewandelt zu den Venen der Dotterhaut zu führen b). Diese Einsaugung findet auch nicht blos bey den Vögeln statt. Es giebt bey den Eidechsen einen mit ähnlichen Gefäſsen versehenen Dotter, und bey den Säugthieren das dem Dotter analoge Nabelbläschen c). *Bey den* Sepien fand Cuvier in den Venen, die das Blut aus der Hohlader zu den Kiemen führen, Oeffnungen, die zu ganz eignen Anhängen führen, welche, nach Cuvier's Beschreibung zu urtheilen, mit den gelben flockigen Anhängen der Dotterhaut in der Form und Funktion übereinkommen d). Hier ist also ein Fall, wo die Venen noch bey dem ganz ausgebildeten Thier fortdauernd einsaugen.

Wir

b) Blumenbach glaubt, sogar den wirklichen Uebergang des Eygelbs aus den flockigen Anhängen in die nach dem Küchelchen laufenden Blutadern als deutliche gelbe Streifen zwischen und neben dem rothen Blut dieser Venen unter dem Vergröſserungsglase gesehen zu haben. (Blumenbach's Handb. der vergl. Anat. S. 524.).

c) Emmert u. Hochstetter in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 10. S. 117.

d) M. vergl. Kap. 2. §. 2. dieses Abschn.

Wir haben jetzt wichtige Analogien für uns, wenn wir annehmen, daſs auch die Venen ein Einsaugungsvermögen besitzen, und daſs es vorzüglich das Fett ist, was durch sie aufgenommen und in Blut verwandelt wird.

Für diese Absorbtion des Fetts lassen sich aber noch andere wichtige Gründe anführen.

Bey den Säugthieren ist der Hauptbehälter des Fetts das aus beutelförmigen Fortsätzen des Bauchfells bestehende Netz. Dieses ist von vorzüglicher Gröſse bey denjenigen Nagethieren, die den Winter in einem Zustande von Erstarrung zubringen, und bey mehrern derselben giebt es auſser dem gewöhnlichen Netz noch zwey andere, die zu beyden Seiten von den Lenden nach dem Nabel herauf liegen e). Gegen die Zeit des Winterschlafs sind diese Netze immer mit einer groſsen Menge Fett angefüllt. Schon PERRAULT f) vermuthete, daſs das letztere während dem Winterschlaf eingesogen würde, und diese Meinung ist in der That höchst wahrscheinlich. HALLER g) und mehrere andere Schriftsteller haben

zwar

e) Biol. Bd. 1. S. 211 ff.

f) Oeuvres de Phys. et de Mechanique. p. 476.

g) L. c. L. 1. S. 4. p. 47. 48.

Aus eben dem Grunde ist bey den Fischen, Mollusken, und mehrern andern Thieren der niedern Classen, denen das Netz fehlt, und die bald lange aller Nahrung entbehren müssen, bald wieder eine grofse Menge Futter verschlingen, zu dessen Verdauung eine reichliche Absonderung von Galle erforderlich ist, die Leber so ausserordentlich reich an Fett, dafs dieses z. B. bey dem Rochen mehr als die Hälfte der Leber ausmacht n). Ueberhaupt steht das Fett mit der Bereitung der Galle gewifs in einer nähern Beziehung o). Alle Theile, aus welchen die Aeste der Pfortader entspringen, sind mit sehr vielem Fett angefüllt. Wäre es ausgemacht, dafs die fettesten Thiere allemal die bitterste Galle haben p), und dafs, wie Riegels q) beobachtet haben will, das Blut der Pfortader immer viele Fetttheile enthält, so würden sich auch hiervon Beweise hernehmen lassen, gegen welche sich schwerlich gegründete Einwürfe erheben liefsen.

Mit der Beobachtung von Riegels stimmt indefs nicht nur die obige Erfahrung Sulzer's überein,

n) Vauquelin, Annales de Chimie T. 10. p. 193.

o) M. vergl. Lorry's Abhandl. über das Fett in dem menschl. Körper. Uebers. von Lindemann. Berlin. 1797. — Journal der Erfindungen u. s. w. in der Natur- u. Arzneywissensch. St. 2. S. 15 ff.

p) Journal der Erfind. St. 2. S. 19.

q) A. a. O.

ein, sondern sie hat auch Zeugnisse mehrerer der gröfsten Anatomen auf ihrer Seite, die man zwar angefochten hat, doch nur weil sie mit den herrschenden Hypothesen nicht vereinbar waren. Diese Zergliederer sind namentlich: SEVERINUS, CHARLETON, MALPIGHI, GLISSON, RUYSCH, MORGAGNI und HEWSON. MORGAGNI r) trägt seine Beobachtung mit Mifstrauen vor. Aber GLISSON s), MALPIGHI t) und HEWSON v) erzählen die ihrigen so umständlich, dafs man an der Richtigkeit der Sache nicht zweifeln kann. Der letztere fand, dafs die weifse, milchartige Farbe des Serums, die nicht selten bey fetten, oder an den Folgen von unterdrückten natürlichen Blutausleerungen leidenden Menschen beobachtet ist, und die noch häufiger bey den Gänsen vorkömmt w), von Fettkügelchen, die in denselben enthalten sind, herrührt. Wurde dieses Blutwasser getrocknet, so drang eine so grofse Menge Oel daraus hervor, dafs das Papier, worauf es lag, davon fett wurde.

r) Adversar. anatom. II. Animadv. 6. p. 15.

s) Tractatus de ventriculo et intestinis. Cap. XI. p. 13.

t) Exercit. de omento, pinguedine etc. p. 63., in MANGETI Bibl. anat. T. I.

v) Vom Blute, seinen Eigenschaften u. s. w. S. 105.

w) M. vergl. LEDEL de ansere mactato loco sanguinis album liquorem stillante, in Miscell. Acad. Nat. Curios. Dec. 2. A. VI. (1687.) p. 154.

Digitized by Google

Wassers, worin das Thier geöffnet ist, mit gelben glänzenden Kügelchen bedeckt. Diese ihre verschiedene Beschaffenheit bey den verschiedenen Insekten und ihre Verwandtschaft mit dem Eyweifs bey den Raupen beweist gerade, dafs das Fett sehr grofser Mischungsveränderungen fähig ist, und deswegen sehr leicht in die verschiedensten thierischen Säfte verwandelt werden kann. Eben so findet man oft bey den Säugthieren an Stellen, die sonst mit Fett angefüllt sind, Gallerte b). Ich erinnere hier auch an die oben (S. 448.) erwähnte Beobachtung, dafs ich aus den geöffneten Bläschen der innern Haut des Nahrungscanals beym Limax cinereus wirkliche Oeltropfen habe hervordringen sehen. Vielleicht ist überhaupt der Chylus bey den Mollusken und Würmern zum Theil von öliger Beschaffenheit.

§. 19.

Funktion des Zellgewebes bey der Ernährung.

Es giebt noch einen dritten Weg, worauf das Blut neue Bestandtheile erhält. Dieser ist bisher unbeachtet geblieben, weil man vor der Entdeckung der lymphatischen Gefäfse die Venen, und seit derselben die Saugadern für hinreichend zur Ernährung hielt. Aber schon für minder wichtige Funktionen besitzt der thierische Körper mehrere Orge-

b) Haller El. Phys. T. I. L. 1. S. 4. p. 44.

)rgane, die in Fällen, wo die Thätigkeit des ei-en gehemmt ist, einer des andern Stelle ver-reten. Um so weniger ist es glaublich, dafs die vichtigste von allen, die Ernährung, blos den Ailchgefäfsen anvertraut seyn sollte, die zudem icht einmal zweckmäfsig wirken können, wenn icht der einzige gemeinschaftliche Stamm dersel-en, der Brustgang, unverletzt ist. In der That iebt es Fälle, wo dieser Canal verstopft war, und lie Thiere zwar starben, wenn nicht, wie sich zu-veilen zeigte c), ein Seitengefäfs den Fortgang les Chylus zu dem obern Theile des Brustgangs verstattete, doch auch der Tod nicht so schnell eintrat, wie er bey gänzlich aufgehobener Ernäh-ung hätte erfolgen müssen.

Jene Theile, die zugleich mit den lymphati-chen Gefäfsen einsaugen, sind das Zellgewebe. Dieses tränkt sich allenthalben mit Flüs-sigkeit, wo es damit in Berührung kömmt, führt dieselbe von Zelle zu Zelle, und endlich zur Milz, der Thymus, der Schild-drüse, den Nebennieren, und ähnlichen drüsenartigen Eingeweiden, welche den aufgenommenen Saft in Blut umwandeln.

Einen

c) A. Cooper, Med. Records and Researches. Vol. I. p. 86.

Digitized by Google

Einen Beweis dieser Theorie geben die im 12ten §. des gegenwärtigen Kapitels erzählten Homeschen Versuche. Wir haben dort gesehen, dafs bey Thieren, denen nach Unterbindung des Pylorus Rhabarbertinktur in den Magen gesprützt war, von dieser ein grofser Theil durch die Wände des Magens einen Ausweg gefunden hatte, ohne durch die lymphatischen Gefäfse eingesogen zu seyn, und dafs sich zugleich die Milz sehr angeschwollen und in ihren auffallend erweiterten Zellen allenthalben mit einer Flüssigkeit angefüllt zeigte, worin chemische Reagentien die Gegenwart des Rhabarbers bewiesen. Hier waren ausser dem Zellgewebe nur zwey Wege, auf welchen die eingesprützte Flüssigkeit aus dem Magen in die Milz gelangt seyn konnte, die Saugadern und die Blutgefäfse. Die Saugadern des Magens aber waren immer saftleer. Die Blutgefäfse hat zwar Home selber in einem spätern Aufsatz d), den ich indefs nur erst aus einer kurzen Inhaltsanzeige kenne, für den Weg, wodurch der Uebergang vom Magen zur Milz geschehen soll, angenommen. Allein der Gründe für den Satz, dafs die Blutgefäfse keine unassimilirte Säfte unmittelbar aus dem Nahrungscanal aufnehmen, sind so viele und so wichtige, und jene Annahme führt auf so unwahrscheinliche Folgerungen, dafs sie gewifs nicht die richtige seyn kann.

Das

d) Philos. Transact. Y. 1811.

Das Zellgewebe besitzt auch alle Erfordernisse eines einsaugenden und das Eingesogene fortleitenden Organs. Kein Theil des thierischen Körpers tränkt sich so leicht mit Flüssigkeit, und keiner ist so weit durch alle Organe verbreitet, als diese weiche, dehnbare Substanz. Sie füllt den Zwischenraum zwischen den äussern Bedeckungen des Körpers und den Muskeln aus; sie dringt in das Innere des Fleisches, und vereinigt die Fasern zu Bündeln, die Bündel zu Muskeln; sie überzieht beyde Flächen aller Häute, worin die Eingeweide der Brust und des Bauchs eingeschlossen sind, umgiebt als Arachnoidea das Gehirn, und bekleidet als solche die Wände der Ventrikel desselben, bildet Scheiden um alle Nerven und Gefäſse, und Zwischenlagen zwischen den verschiedenen Membranen, woraus der Nahrungscanal, die Gallen- und Harnblase, die Saamenbläschen und alle übrige hohle Eingeweide bestehen; sie füllt als Markhaut das Innere der Knochen aus, und mit ihr ist selbst das Parenchyma aller drüsenartigen Eingeweide durchwebt. Alle diese Ausbreitungen des Zellstoffs stehen dabey unter einander in der engsten Verbindung. Luft, die an einer einzelnen Stelle in das Zellgewebe der Haut eingeblasen ist, breitet sich unter der Oberfläche des ganzen Körpers aus, und umgekehrt läſst sich bey der Hautwassersucht das unter der Oberfläche des ganzen Körpers angehäufte Wasser durch eine

Oeffnung an einer einzelnen Stelle ausleeren. Das Zellgewebe endlich besitzt ein Zusammenziehungsvermögen, vermöge welchem es nicht nur Flüssigkeiten, sondern selbst feste Körper fortzubewegen im Stande ist. Dadurch gelangten verschluckte Nadeln in eine der Brüste oder in die Spitze eines Fingers, und eine verschluckte Kornähre in die Lende e), oder in einen Abscefs zwischen den Rippen f).

Unsere Theorie läfst sich ferner aus dem schnellen Uebergang mehrerer, sich durch ihre Farbe; ihren Geruch oder Geschmack auszeichnender Substanzen, vorzüglich des Rhabarbers, des Terpenthins und des Weingeists, in die Milch, den Urin und die Ausdünstungsmaterie beweisen g). Am auffallendsten ist der Uebergang jener Materien in den Harn, und dieser hat die *bekannte* Hypothese von unmittelbaren Verbindungsgefäfsen zwischen dem Darmcanal und den harnbereitenden Organen veranlafst, eine Meinung, die mit Gründen vertheidigt ist, wovon freylich manche wenig Gewicht haben, gegen welche aber auch Einwürfe gemacht sind, die sich ebenfalls leicht entkräften lassen.

e) Haller El. Phys. T. I. L. 1. S. 2. §. 10.

f) Desgranges, Journ. de Médecine etc. rédigé par Sedillot. T. 44.

g) Haller l. c. T. VII. L. 24. S. 2. §. 2. p. 56. 57. — L. 26. S. 3. §. 1. p. 339.

Digitized by Google

lassen. Die Vertheidiger derselben haben sich unter andern auf die Versuche von Kratzenstein h) und auf mehrere ähnliche Erfahrungen berufen, nach welchen fortdauernd Urin ausgeleert wurde, obgleich die Harnleiter unterbunden oder durchschnitten, oder die Nieren zerstört waren i). Ihre Gegner haben theils diesen positiven Resultaten von Versuchen, die unmöglich immer gelingen konnten, einige negative Resultate entgegengesetzt, theils jene Beobachtungen der Täuschung verdächtig gemacht, und angenommen, dafs der ausgeleerte Urin sich schon vor dem Versuch in der Harnblase hätte gesammelt gehabt.

Beyde Einwürfe sind die nichtigsten, die sich gegen physiologische Erfahrungen machen lassen. Mit mehrerm Rechte hätte man jene Beobachtungen unangetastet gelassen, aber vorausgesetzt, dafs nach aufgehobener Gemeinschaft der Nieren mit der Harnblase die letztere als stellvertretendes Sekretionsorgan zu wirken anfinge, so wie in einem von Meckel beobachteten Fall bey einer gehemmten Absonderung des Harns eine grofse Menge einer dem Urin ganz ähnlichen Flüssigkeit unter den

h) De diabete, in Halleri disp. patholog. p. 63.

i) Haller l. c. L. 26. S. 4. §. 3. p. 379. — Horst in Hufeland's u. Himly's Journ. der prakt. Heilk. J. 1812. St. 12. S. 68.

den Achseln ausschwitzte k). Von nicht gröſserm Gewicht ist auch der neueste Einwurf, den Roose l) von einigen Fällen hernahm, wo man bey einem angebohrnen Vorfall der umgekehrten Harnblase den Urin aus den offen vorliegenden Mündungen der Harnleiter nach vorher genossenem häufigen Getränk in kleinen Ströhmen ausflieſsen sah. Diese Beobachtung beweist nur, was sich ohnehin versteht, daſs die Nieren den Harn absondern, und daſs dieser nach häufigem Getränk stärker als zu andern Zeiten abgeht.

Ein Einwurf, der sich nicht heben läſst, wenn man, wie die Vertheidiger der Hypothese von sogenannten geheimen Harnwegen thaten, Gefäſse für die unmittelbaren Verbindungsorgane zwischen dem Darmcanal und den Harnwerkzeugen annimmt, der hingegen wegfällt, wenn man *das Zellgewebe* dafür ansieht, ist dieser, daſs wenn es dergleichen Gefäſse zwischen den Gedärmen und den Nieren oder der Urinblase gäbe, ähnliche Canäle auch von jenen zu den Brüsten und zur äussern Haut gehen müſsten, da die wichtigste der Erscheinungen, woraus man in Betreff des Urins auf das Vorhandenseyn solcher Gefäſse geschlossen hat, auch bey der Milch und dem Schweiſs statt finden.

Dieses

k) J. F. Meckel Nov. exper. et observ. de finibus venarum ac vasorum lymphat. p. 101.

l) Physiologische Untersuchungen. 4te Abth.

Dieses Phänomen ist der schon erwähnte schnelle Uebergang gewisser Materien von dem Nahrungscanal zu den excernirenden Organen. Man hat von der einen Seite behauptet, dafs derselbe sich nicht erklären liefse, wenn jene Materien erst ins Blut geführt und hieraus durch die ausleerenden Organe abgeschieden werden müfsten; von der andern aber eingewendet, dafs keine Erfahrungen uns berechtigten, die Geschwindigkeit des Uebergangs mancher Stoffe durch die Milchgefäfse zum Blute und der Ausleerung derselben durch den Urin auf eine bestimmte Zeit einzuschränken. Inzwischen kommen bey der Ausleerung einiger Substanzen doch Umstände vor, die sich nicht mit der Abscheidung derselben aus der Blutmasse vereinigen lassen. Home m) bemerkte, dafs genommene Rhabarbertinktur binnen siebenzehn Minuten mit dem Urin abzugehen anfängt, einige Stunden durch die Harnwerkzeuge ausgeleert zu werden fortfährt, und dann verschwindet; dafs sie nach sechs bis sieben Stunden auf die Gedärme wirkt und deutlich den Stuhlgang färbt, und dafs sie um diese Zeit wieder stärker als nach einer Stunde im Urin zum Vorschein kömmt. Diese Beobachtungen zeigen, dafs allerdings ein Uebergang der Rhabarbertinktur durch die Blutgefäfse zu den Nieren

m) Philos. Transact. Y. 1808. p. 45. 133.

Nieren statt findet, daſs dieser aber erst nach sechs bis sieben Stunden, also zu derselben Zeit, wo die Verdauung beendigt ist und der Chylus dem Blute zugemischt wird, eintritt, daſs aber schon unmittelbar nach dem Einnehmen der Tinktur ein Uebergang derselben zum Urin erfolgt, der auf einem weit kürzern Wege als der erstere geschehen muſs.

Home n) fand aber auch, daſs bey Thieren, die Rhabarbertinktur bekommen hatten, das Serum des Bluts, welches aus der Hohlvene oder aus dem Herzen genommen war, weit weniger Rhabarber als der Urin enthielt. Dieser Erfolg ist der ganz entgegengesetzte von dem, welcher eingetreten seyn würde, wenn der Rhabarber blos durch die Blutgefäſse zu den Harnwerkzeugen gelangt wäre, da in diesem Falle das *Blut mehr* Rhabarber als der Urin hätte enthalten müssen.

Noch entscheidender sind die Resultate der Versuche Wollaston's und Marcet's o) über den Uebergang des blausauren Kali in den Harn und das Serum. Jene liessen mehrere Personen so viel von diesem Mittel nehmen, als ohne Nachtheil vertragen werden konnte. In dem Urin zeigte sich sehr bald beym Hinzutröpfeln des schwefelsauren Eisens

n) Ebendas. — M. vergl. §. 12. dieses Kap.

o) Philos. Transact. Y. 1811.

Eisens die Gegenwart der Blausäure; in dem unter einem Blasenpflaster ergossenen Blutwasser, und dem aus dem Blut erhaltenen Serum hingegen war keine Spur von der Anwesenheit dieser Substanz zu entdecken.

Es folgt hieraus, dafs, wenn es möglich wäre, das zwischen den Häuten des Nahrungscanals liegende Zellgewebe ohne Zerreissung der Blutgefäfse und Saugadern zu untersuchen, bey Thieren, die eine Flüssigkeit von ausgezeichnetem Geruch, Geschmack oder Aussehen erhalten hätten, diese sich in dem Zellgewebe des Unterleibs finden müfste. Bey den Säugthieren lassen sich hierüber schwerlich direkte Erfahrungen machen. An den Fischen aber hat man schon lange eine Beobachtung gemacht, die mit unserer Meinung ganz übereinstimmt und einen dritten Beweis für dieselbe liefert. Bey diesen Thieren ist zwischen den Hirn- und Rückenmarkshäuten, innerhalb des Bauchfells, und überhaupt in allen Höhlungen eine grofse Menge Flüssigkeit enthalten, die bey den Seefischen salzig ist, und oft nicht weniger als $\frac{1}{8}$ Seesalz von ihrem Gewicht enthält p). Vielleicht dringt dieses Wasser von aussen durch zwey, neben dem After

p) Monro's Vergleichung des Baus u. der Physiol. der Fische mit dem Bau des Menschen u. s. w. S. 19. — Camper in seinen Zusätzen zu diesem Werke, S. 157.

After liegende Oeffnungen ein q), und diese Oeffnungen ersetzen dann den mit Schuppen bedeckten und keiner Einsaugung durch die Oberfläche des Körpers fähigen Fischen die Stelle der bey den übrigen Thieren für Feuchtigkeiten durchdringlichen Oberhaut. Aber wie es sich hiermit auch verhält, so ist doch gewiſs jene Flüssigkeit nicht eine aus dem Blute abgeschiedene *Materie*, da hierzu ihr Salzgehalt viel zu groſs ist. Ohne Zweifel wird sie in dem Zellgewebe assimilirt, und nach dieser Verähnlichung von den absorbirenden Gefäſsen oder den Venen eingesogen, da in vielen Fällen statt derselben ein gallertartiger Saft gefunden ist, der in einer zelligen Haut eingeschlossen war r).

Zu diesen Gründen kömmt noch ein vierter, der sich von der Analogie der Insekten *hernehmen* läſst. Cuvier s) zeigte zuerst, daſs bey allen durch Luftröhren athmenden Insekten die Ernährung ohne alle ästige Gefäſse, blos vermittelst des in den Zwischenräumen der Eingeweide und im Parenchyma derselben enthaltenen Nahrungssafts geschieht. Seitdem nachher von Posselt, Ramdohr und mir eine beträchtliche Anzahl Insekten zerglie-

q) Monro a. a. O. — Bloch, Schriften der Berliner Gesellsch. naturf. Freunde. B. 6. S. 386.

r) Haller l. c. T. IV. In Addendis. p. 591.

s) Mém. de la Soc. d'Hist. nat. de Paris. An VII. p. 34.

zergliedert, und bey denen Arten, die durch Luftröhren athmen, nie eine Ausnahme von jenem Satz gefunden ist, kann an der Richtigkeit desselben kein Zweifel weiter statt finden. Nach meinen Untersuchungen giebt es sogar bey dem Oniscus Asellus kein System von Blutgefäfsen, obgleich das Athemholen dieses Thiers durch Kiemen geschieht. Mir scheint die Ernährung der mit Tracheen versehenen Insekten auf folgende Art vor sich zu gehen. Bey dem Durchgange der Speisen durch den Nahrungscanal dringt der nährende Theil derselben durch die innere Haut dieses Canals, die gewöhnlich höchst zart, und von der äussern muskulösen Membran durch eine gallertartige Substanz getrennt ist. Die letztere tränkt sich mit dem Chylus, und aus ihr dringt derselbe durch die äussere Haut in die Bauchhöhle, wo er sich als eine Flüssigkeit zeigt, die sich mit dem Saft des Milchadersystems der höhern Thierclassen vergleichen läfst. Diese Flüssigkeit trennt sich innerhalb des Bauchfells in zwey Theile, von welchen der eine den Fettkörper bildet, der andere aber von dem hintern Ende des Herzens aufgenommen, und in eine, dem Blut der höhern Thiere ähnliche Materie verwandelt wird. Aus dem Fettkörper ziehen die in der Bauchhöhle liegenden secernirenden Eingeweide den zu ihren Absonderungen dienenden Saft. Das Blut aber dient zur Ernährung aller Theile, die ausserhalb dem Bauchfelle

liegen.

Digitized by Google

liegen. Dieses gelangt vermöge der Bewegung des Herzens, die von dem hintern Ende des Körpers zum vordern gerichtet ist, in die Brusthöhle, und aus dieser in die Zwischenräume aller jener, aufserhalb dem Bauchfelle befindlichen Organe, zu welchen vorzüglich die Nerven und die willkührlichen Muskeln gehören. Nach Abschneidung der äussern Gliedmaafsen fliefst daher die nehmliche Flüssigkeit aus, die in dem Herzen enthalten ist. Alle innern Theile der Insekten haben eine schwammartige Beschaffenheit, um diesen Nahrungssaft einzuziehen; sie blähen sich vermöge dieser Beschaffenheit im Wasser auf, und fallen ausserhalb demselben so zusammen, dafs sie wie ein blofser Schleim aussehen.

Endlich liefern auch die Mollusken einen Beweis für die obige Meinung. Mehrere dieser Thiere, z. B. die Wegschnecken (Limax) geben, wenn sie gereitzt werden, durch die ganze Oberfläche des Körpers eine so grofse Menge einer zähen Materie t) von sich, das Herz und die Blutgefäfse

t) Diese Materie der Schnecken besteht nach meinen Versuchen aus Gallerte und etwas Eyweifs. Sie erstarrt in kaltem Wasser zu einer zitternden Masse, löst sich in kochendem Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auf, indem sich einige Klumpen von geronnenem Eyweifs bilden, und giebt mit einem Gallapfelaufgufs dünne Häute von schwärzlicher Farbe.

Digitized by Google

gefäſse derselben haben dabey ein so kleines Verhältniſs gegen die Masse des übrigen Körpers und gegen die Quantität dieser Materie, und das Blut bewegt sich so langsam, daſs die letztere unmöglich blos aus dem Blute abgeschieden seyn kann.

§. 20.

Die Milz.

Die von dem Zellgewebe aufgenommene Flüssigkeit scheint aber nicht unmittelbar zur Ernährung zu dienen. Sie wird, wenigstens zum Theil, zur Milz, zur Thymus, der Schilddrüse und den Nebennieren geführt, um in Blut verwandelt zu werden, und in dieser Verwandlung besteht die Funktion jener drüsenartigen Eingeweide.

Wir werden zuerst die **Milz** in Beziehung auf diese Funktion untersuchen.

Die Milz ist ein den Thieren der vier höhern Classen eigenes, und bey allen in der Nähe des Magens, oder der obern Hälfte des Darmcanals liegendes Eingeweide, dessen Gröſse abnimmt, je weiter man von den Säugthieren zu den Vögeln, und von diesen zu den Amphibien und Fischen übergeht v). Bey den Säugthieren ist sie von einer

v) Dies gilt indeſs nur im Allgemeinen. Bey einzelnen Arten finden sich Ausnahmen. Manche Fische haben

einer doppelten Haut umgeben, einer äussern, die mit dem Bauchfell zusammenfliefst, und einer innern, welche ihr eigen und sehr elastisch ist.

Ihr Inneres besteht gröfstentheils aus Blutgefäfsen. Bey den Säugthieren sind ihre Arterien Zweige eines aus der Eingeweidearterie (Art. coeliaca) entspringenden, und blos für die Milz bestimmten Hauptstamms. Bey den übrigen Thieren nehmen die Milzarterien immer mehr an Gröfse ab, so wie dieses Organ selber an Gröfse verliehrt, und sind nur noch Nebenzweige der Arterien des Magens, des Zwölffingerdarms, oder des Gekröses w). Mithin ist die Milz vorzüglich bey den Säugthieren von Wichtigkeit, also bey denen Thieren, die auch ein vorzüglich ausgebildetes Drüsensystem besitzen.

Das von der Milz zurückkehrende *Blut nimmt* bey allen mit diesem Eingeweide versehenen Thieren den Weg zur Leber x). Bey den Säugthieren vereinigen sich die Milzvenen zu einem Hauptzweig der Pfortader. Der Stamm der Milzvene

haben keine verhältnifsmäfsig eben so grofse Milz wie der Mensch. (Monro's Bau und Physiol. der Fische. S. 44.).

w) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 56.

x) Cuvier ebendas. p. 61.

vene ist gegen den Stamm der Milzarterie ausserordentlich weit. Bey dem Schwein fand Home y) das Verhältnifs des Umfangs der erstern zu dem der letztern wie fünf zu eins, ein Verhältnifs, das gröfser ist, als das, worin die Venen zu den Arterien in irgend einem andern Organ stehen, und woraus sich schliefsen läfst, dafs die Milzvene weit mehr Flüssigkeit zurückführt, als die Milzarterie zuleitet. Die letztere besitzt bey dünnen Häuten eine grofse Festigkeit, und die Milzvene eine beträchtliche Elasticität.

Bey Thieren, die gleich nach dem Tode untersucht werden, trifft man die Milz in einem doppelten Zustande an: entweder angeschwollen, wenn jene kurz vor dem Tode getrunken haben, oder zusammengezogen, wenn sie eine längere Zeit vorher kein Wasser erhalten haben. Im erstern Falle findet man im Innern der Milz eine Menge mit einer Flüssigkeit angefüllte Zellen; im letztern Falle sind diese Zellen nicht sichtbar, sondern kleinen, weissen Körnern ähnlich. Nach diesem doppelten Zustande der Milz erscheint die Vertheilung der Blutgefäfse im Innern derselben auf verschiedene Art. Im Allgemeinen verbreiten sich indefs sowohl die Arterien, als die Venen in ihr netzförmig, und endigen sich zuletzt in Büschel

der

y) Phil. Trans. Y. 1808. p. 45.

der feinsten Zweige, die auf den Wänden der Zellen zu liegen scheinen z).

In Betreff des Bluts der Milz bemerkten schon Senac, Rolof, Meckel und andere ältere Zergliederer, dafs es nie geronnen ist, und mehr Wasser als das Blut der übrigen Eingeweide enthält a). Hewson b) fand, dafs sich jener Mangel an Gerinnbarkeit nur auf das Blut der *Vene* erstreckt, dafs hingegen das Blut der Arterie leicht coagulirt.

Die Saugadern der Milz sind weder grofs, noch zahlreich c). Sie fliefsen hinter dem Pankreas mit den lymphatischen Gefäfsen der Leber und des Magens zusammen, und gehen mit diesen zum Brustgange.

Die aus einem eigenen Geflecht (*Plexus lienalis*) entstehenden Milznerven zeichnen sich durch ihre enge Verbindung mit den Zweigen der Milzarterie aus.

Die Milz ist sowohl bey Menschen als bey Thieren nicht nur ohne Verlust des Lebens, sondern

z) Lobstein in J. J. Busch diss. de liene. Argentor. 1774. — Prochaska disqu. organismi C. H. ejusque processus vitalis. p. 104. Home a. a. O.

a) Haller El. Phys. T. VI. L. 21. S. 1. §. 4. p. 404. sq.

b) Experim. Inquiries. P. 3. C. 2.

c) Monro a. a. O. S. 43.

Digitized by Google

dern sogar ohne merklichen Einflufs auf die Gesundheit ausgeschnitten worden d). Nach dieser Operation haben mehrere Beobachter in verschiedenen Versuchen häufigeres und stärkeres Harnen beobachtet e).

Dies ist das Wichtigste, was wir bis jetzt von der Milz wissen. So viel ist augenscheinlich, dafs in der Milz irgend eine Flüssigkeit dem Venenblute zugemischt wird. Dafür spricht die beträchtliche Weite der Milzvene, ihre grofse Dehnbarkeit, die wässrige Beschaffenheit ihres Bluts, und der Mangel an Gerinnbarkeit desselben. Aber woher jene Flüssigkeit? Wird sie aus der Milzarterie abgesondert, oder auf einem andern Wege der Milz zugeführt? Der erstern Voraussetzung widerspricht der Umstand, dafs die Milzarterie weit enger als die Milzvene ist. Nur aus dem Magen kann jener Saft herrühren. Dies erhellet aus Home's Versuchen, nach welchen die Zellen der Milz nur nach genommenem Getränk mit Flüssigkeit angefüllt sind, und vorzüglich auch aus dem Umstande, dafs dieser Saft eine beträchtliche Menge Rhabarber enthielt, wenn das Getränk in Rhabarbertinktur bestand. Sind es die lymphatischen Gefä-

d) Haller l. c. S. 2. §. 5. p. 421.

e) Brunner Exper. nov. circa pancreas. In praefat. — Malpighi de liene.

Gefäſse des Magens, die jene Flüssigkeit aufnehmen und der Milz zuführen? Aber diese gehen nicht zur Milz, sondern verbinden sich nur mit den Saugadern derselben. Auch waren *diese in* Home's Versuchen immer saftleer und zusammengezogen. Es ist also kein anderer Weg als das Zellgewebe, auf welchem jene Flüssigkeit zur Milz gelangen kann.

Alle obigen Thatsachen sprechen auch für die Vermuthung, daſs aus den Zellen der Milz ein Uebergang des von ihnen aufgenommenen Safts in die Milzvene statt findet, und daſs in dieser, und weiterhin in der Pfortader, eine Assimilation desselben zum Blute vorgeht. Hiermit stimmt überein, was Home bemerkte, daſs bey Thieren, die Rhabarbertinktur bekommen hatten, *das* Blut der Milzvene eine beträchtliche Menge *Rhabarber*, und nächst dem Urin und dem Saft der *Milz* mehr als das Blut eines der übrigen Gefäſse enthielt. Bey dieser Hypothese ist es begreiflich, wie die Milz als ein Organ, das nur eine Hülfsverrichtung bey der Ernährung hat, dem übrigen Organismus ohne tödtliche Folgen entzogen werden kann. Bey ihr läſst sich erklären, warum nach der Exstirpation der Milz stärkerer Abgang des Urins eintritt, weil nehmlich die Flüssigkeit des Zellgewebes, die zuvor in der Milz dem Blute zugemischt wurde, jetzt einen andern Weg nimmt,

und

Digitized by Google

und als ein Auswurfsstoff durch die Harnwerkzeuge ausgeleert wird.

§. 21.

Die Schilddrüse, die Thymus und die Nebennieren.

Mit der Milz haben die Schilddrüse, die Thymus und die Nebennieren im Wesentlichen so viele Aehnlichkeit, daſs wir auch bey diesen eine gleiche Funktion anzunehmen berechtigt sind. Sie zeigen insgesammt einen drüsenartigen Bau, ohne einen Ausführungsgang zu besitzen; alle haben im Innern Zellen oder Höhlungen, die mit einem chylösen Saft angefüllt sind, und bey einigen giebt es eine deutliche Verbindung zwischen diesen Zellen und den letzten Zweigen der zu ihnen gehenden Venen; alle liegen ausserhalb dem Bauch- und Brustfell, und stehen mit dem Zellgewebe, das die äussere Fläche der Luftröhre und dieser Häute bedeckt, und welches sich zwischen dem Bauchfell und den Gedärmen über diese und den ganzen Nahrungscanal ausbreitet, in genauem Zusammenhang. Verschieden sind sie überhaupt darin von der Milz, daſs sie schon in den ersten Lebensjahren das Ziel ihres Wachsthums erreichen, und zum Theil nach der Geburt an Gröſse wieder abnehmen. Allein dieser Unterschied ist nicht wesentlich. Der Grund desselben liegt blos darin, daſs jene Organe bey dem Kinde, wo Ernährung die wichtigste Funktion ist und alle Nahrung blos

in Flüssigkeiten besteht, weit mehr als bey dem Erwachsenen zu verähnlichen haben. Doch auf diese und einige andere Verschiedenheiten werden wir zurückkommen, nachdem wir erst jedes der erwähnten Organe einzeln untersucht haben werden.

Die Schilddrüse gehört zu den gröſsten unter den drüsenartigen Eingeweiden. *Bey dem* Menschen erreicht sie ihre Gröſse schon vor der Geburt. Bey andern Thieren dauert zwar ihr Wachsthum nach dieser Periode noch fort f); doch scheint auch hier die Gränze ihrer Zunahme schon lange vor der völligen Ausbildung des übrigen Körpers einzutreten. Ihre Lage ist vor dem Ring- und Schildknorpel des Kehlkopfs und vor den obern Ringen der Luftröhre. Sie besteht bey dem Menschen aus einer rechten *und linken* Hälfte, die unten abgerundet, oben spitzer, und gewöhnlich mit einander verbunden sind. Man findet sie auch bey allen übrigen Säugthieren, doch verhältniſsmäſsig kleiner als bey dem Menschen, und von verschiedener Gestalt bey den verschiedenen Geschlechtern und Arten. Unter den übrigen Thieren sind es blos die Schlangen, bey welchen

f) So fand Steller (Beschreibung sonderbarer Meerthiere. S. 129.) die Schilddrüse bey einem zweyjährigen Seebär (Phoca ursina) gröſser als bey einem einjährigen.

Digitized by Google

welchen eine ähnliche Drüse entdeckt ist g). Bey den Vögeln sind vielleicht die vielen, am Halse derselben liegenden Drüsen Stellvertreter der Schilddrüse h).

Bey dem Menschen besteht sie ganz aus Zellgewebe und Blutgefäſsen. Fallopia, Morgagni, Lalouette, und mehrere andere Zergliederer sahen in ihr Zellen, die mit einem oeligen Saft angefüllt waren; andere haben diese nicht gefunden i). Wahrscheinlich verhält es sich mit diesen Höhlungen, wie mit denen der Milz, daſs sie unter gewissen Umständen ausgedehnt, unter andern zusammengezogen sind. Daſs aber jener Saft nicht etwas Zufälliges ist, darüber hat sich schon Morgagni k) sehr bestimmt und ausführlich erklärt, und dies ergiebt sich auch aus neuern Beobachtungen. Bey der Seekuh (Trichecus borealis) fand Steller l) eine Schilddrüse von ausgezeich-

g) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 4. p. 527. 534.

h) Morgagni Epist. anat. IX. p. 271. — J. F. Meckel (Abhandl. aus der menschl. u. vergl. Anat. u. Physiol. S. 215.) vergleicht diese Drüsen mit der Thymus.

i) Haller El. Phys. T. III. L. 9. S. 1. §. 22. p. 396 sq.

k) L. c.

l) A. a. O. S. 81.

[illegible] weit mehr als bey den [illegible] haben. Doch auf [illegible] Verschiedenheiten werden [illegible] wir erst jedes [illegible] haben [illegible]

[illegible] gehört zu den größten [illegible] Bey dem [illegible] vor der [illegible] zwar ihr [illegible]; doch [illegible] schon [illegible] Kör- [illegible] Rin- [illegible] vor den [illegible] bey [illegible] linken [illegible], und [illegible] Man [illegible], doch [illegible] Menschen, [illegible] verschie- [illegible] übri- [illegible] die [illegible], bey welchen

[illegible] (Beschreibung sonderbarer [illegible] bey einem zweyjäh- [illegible] bey einem [illegible]

Digitized by Google

welchen eine … An-
den Vögeln … uch
… be.
… er-
rise h). ber
pt-
Bey den … che
s).
eln
rn
nit-
lich
un-
ere
en
hrt
zu
an

zu
Ge-
en
ch

g) …
i) …
Zeyss.
k) …
l) l. c.

gezeichneter Gröſse, die zerschnitten zweyerley Säfte von sich gab. Der eine, der aus den Enden hervordrang, war milchfarbig, etwas dicker *als* Schaafmilch, und von süſsem Geschmack; der andere, welcher aus dem mittlern Theile ausfloſs, war dick, kleisterartig, etwas süſs, doch mit einiger Bitterkeit, und von weiſsgelber Farbe. Diese Charaktere sind so ausgezeichnet, daſs *man jene* Säfte nicht für krankhafte Produkte, oder für Flüssigkeiten, die etwa nach dem Tode erst ausgeschwitzt sind, halten kann. Cuvier m) fand auch in dem der Schilddrüse ähnlichen Organ der Schlangen sehr deutliche Zellen, die eine weisse, gerinnbare, halbdurchsichtige Feuchtigkeit enthielten, und deren Wände beym Ausspritzen der Arterien geröthet wurden, ohne daſs die Injektionsmaterie diese Flüssigkeit färbte. Endlich *John* n) fand in dem Saft einer von *scrophulöser* Ursache krankhaft vergröſserten Schilddrüse sehr viel Eyweiſsstoff und eine geringe Menge zweyer Materien, die er für Fett und Schleim hält. Hier war die Absonderung des Safts der Drüse zwar in der Quantität verändert. Aber in der Qualität desselben, die mit der des Chylus sehr übereinkömmt, scheint keine Abweichung vom gesunden Zustande statt gefunden zu haben.

Die

m) A. a. O. p. 534.

n) Chem. Untersuchungen mineral. vegetab. u. animalischer Substanzen. 3te Forts. S. 262.

Digitized by Google

Die Schilddrüse liegt nicht wie die Milz in einer elastischen Kapsel; dagegen verbreitet sich auf ihr bey dem Menschen ein bandförmiger Muskel (Levator glandulae thyreoideae), welcher vom Zungenbein entspringt, und dessen Fasern sich mit ihrem mittlern Theil verbinden. Bey dem Elephant ist sie ganz von einer starken Aponeurose bedeckt o). Diese Muskeln müssen zusammengezogen eine starke Pressung auf die Zellen der Schilddrüse hervorbringen.

So weit zeigt sich die Schilddrüse der Milz im Wesentlichen ähnlich. Doch in Betreff der Blutgefäfse giebt es zwischen ihr und der letztern eine Verschiedenheit. Ihre von der obern und untern Schlüsselbeinarterie kommenden, und von Fäden des sympathischen Nerven begleiteten Schlagadern sind gegen die zu ihr gehörigen Venen nicht so klein, wie bey der Milz; sie gehören, in Verhältnifs gegen die Gröfse der Schilddrüse, zu den gröfsten des ganzen Körpers, und machen dabey häufige Anastomosen durch grofse Zweige. Man hat diese Verbindung mit dem Wundernetz der Rinder verglichen, und Brechung des Andrangs des Bluts gegen den Kopf für einen Nutzen der Schilddrüse gehalten. Allein dieser Zweck hätte sich weit einfacher durch eine Schicht von blofsem Zellge-

o) Cuvier a. a. O. p. 532.

Zellgewebe erreichen lassen. Da aber die Venen der Schilddrüse nicht viel mehr aufnehmen können, als die Arterien zuführen, so ist zu vermuthen, dafs blos die Saugadern den Saft *dieser* Drüse absorbiren.

Unterhalb der Schilddrüse, in der vordern Höhle der Brustscheidewand, liegt die Thymus. Diese besteht bey dem Menschen aus zwey *gröfsern* Lappen, die zu beyden Seiten nach oben und unten vier längliche Fortsätze bilden, und sich in mehrere kleinere, durch Zellgewebe unter einander verbundene Lappen trennen lassen. Nach einem Einschnitt zeigen sich allenthalben auf der Fläche des Schnitts Zellen, die mit einem *weifs*-gelblichen, der Milch p), oder dem Chylus q) ähnlichen, vom Weingeist gerinnenden Saft angefüllt sind, der in mancher Thymus *und in manchen* Theilen derselben häufiger als in andern, immer aber in dem obersten Theil am reichlichsten ist r). Beym Einblasen von Luft in eine gemachte Oeffnung schwellen alle diese Zellen an, und die ganze

p) Bartholini Anat. p. 349.

q) Albicans et fere chylosum serum. Morgagni Advers. anat. IV. p. 19.

r) S. C. Lucä in den Abh. der physikal. Societät zu Erlangen. B. 2. S. 22. — Ebendesselben anat. Unters. der Thymus in Menschen u. Thieren. H. 1. S. 30 ff. H. 2. S. 21 ff.

Digitized by Google

ganze Drüse bekömmt ein schwammartiges Ansehen. Beym stärkern Blasen dringt die Luft auch in das zwischen den Lappen liegende Zellgewebe. Die Zellen müssen also durch Oeffnungen in Verbindung stehen. Diese Verbindung findet aber nur zwischen den einzelnen Höhlen jedes Hauptlappens, nicht zwischen den Hauptlappen, welche blos durch Zellgewebe zusammenhängen, statt s). In den Zwischenräumen der Lappen schlängeln sich die Arterien und Venen fort. Die erstern sind zahlreich, aber klein, die letztern von mittelmäſsiger Gröſse, und beyde sehr veränderlich in Ansehung ihres Ursprungs und ihrer Endigungen. Nerven erhält die Thymus einige kleinere von dem Zwerchfellsnerven. Ihre Saugadern gehen zu den Achseldrüsen t). Bey dem Menschen fährt sie nach der Geburt noch einige Zeit fort zu wachsen, fängt aber gegen das zwölfte Jahr an zu schwinden v).

Blos die Säugthiere scheinen diese Drüse zu besitzen. Vorzüglich groſs ist sie bey den Cetaceen w), und bey den Nagethieren, die einen Winterschlaf halten. Die letztern haben auch noch mehrere

s) Lucä ebendas.

t) Haller l. c. L. 8. S. 2. p. 114. sq.

v) Lucä's anat. Untersuch. H. 1. S. 14. H. 2. S. 49.

w) Haller l. c. p. 115.

Digitized by Google

artige Theile unterscheiden b). Bey den Vögeln findet der Unterschied zwischen Mark und Rinde in den Nebennieren nicht mehr statt, ausser beym Casuar c).

Die beyden Substanzen der Nebennieren bilden Lappen, die durch Zellgewebe unter einander verbunden sind, und eine Höhlung *einschliefsen*, worin eine Flüssigkeit enthalten ist. Mit der letztern verhält es sich wie mit den Zellen und dem Saft der Schilddrüse. Viele Zergliederer d) haben sie sowohl bey Menschen, als bey Thieren angetroffen; Andere e) haben sie nicht entdecken können. Haller f) fand sie in sechszehn Fällen, und nur in dreyen nicht, und ein ähnliches Resultat geben Morgagni's g) Untersuchungen. Die Nebennieren müssen also, wie *alle* ähnliche Organe, einer Ausdehnung und *Zusammenziehung* fähig seyn, und mit dieser Annahme stimmt

b) Cuvier a. a. O. T. 5. p. 241. — Hunter fand diesen Bau auch bey den Wallfischen. (M. s. dessen Beyträge zur Nat. Gesch. der Wallf. Uebers. von Schneider. Th. 1. S. 58.).

c) Meckel a. a. O.

d) Bartholin, Bauhin, Veslino, Morgagni.

e) Riolan, Bianchi.

f) L. c. T. VII. L. 26. S. 1. §. 26. p. 290.

g) Epist. anat. XX. p. 426.

Digitized by Google

stimmt auch die Veränderlichkeit ihrer Gestalt h) überein, die wohl nicht blos Folge des Alters, sondern auch ihrer Anschwellung oder Ausleerung ist.

Der Saft der Nebennieren ist bey dem Foetus weifslich, also dem ähnlich, den man in der Schilddrüse und der Thymus jüngerer Thiere findet. Mit dem Alter verändert er sich. Bey Erwachsenen hat man ihn zuweilen gelblich, oft röthlich, wie mit Blut vermischtes Wasser, und in andern Fällen schwarz gefunden. Von Weingeist wird er, wie der Saft der Thymus, zum Gerinnen gebracht i).

Die Arterien dieser Drüsen sind Zweige der Schlagadern des Zwerchfells, der Aorta und der Nebennieren. Sie sind klein, aber zahlreich. Die Venen hingegen, die auf der rechten Seite in die Hohlader, auf der linken in die Nierenvenen übergehen, sind weniger zahlreich, aber von beträchtlicher Gröfse, und darin merkwürdig, dafs sich mehrere ihrer Zweige mit deutlichen Mündungen in die Höhlungen der Nebennieren öffnen, und dafs sie, wie die Pfortader, keine Klappen haben k). Saugadern kommen sowohl aus dem Innern,

h) Morgagni l. c. p. 428.

i) Haller l. c.

k) Haller ibid. p. 290. 293.

nern, als von der Oberfläche der Nebennieren. Sie vereinigen sich mit den Lymphgefäfsen der Leber. Nerven gehen zu diesen Organen theils von dem halbmondförmigen Knoten, theils von dem Nierengeflechte.

Bey den Fröschen liegen zwischen den Nieren und den Hoden oder Eyerstöcken zwey Organe, die ihrer Lage und ihrer Verbindung mit den umliegenden Theilen nach den Nebennieren ähnlich, in andern Stücken von diesen verschieden und mehr dem Netze verwandt sind. Sie bestehen aus cylindrischen Blinddärmen, die theils einfach, theils ästig, und mit einem öligen Saft angefüllt sind. Aus dem untern Ende eines jeden dieser Säcke kömmt eine Vene hervor, die ungetheilt aus einer Höhlung des letztern entspringt, und sich mit den Venen der übrigen Därme zu einem gemeinschaftlichen, in die Nierenvenen übergehenden Stamm vereinigt. Am gröfsten sind diese Organe bey den Kaulquappen l).

Es ist allerdings, wie Cuvier bemerkt hat, schwer zu sagen, ob man diese Theile mit den Nebennieren, oder mit dem Netz vergleichen soll. Allein eben diese Ungewifsheit beweist, dafs bey aller Verschiedenheit in dem Bau des Netzes und der

l) Swammerdamm's Bibel der Natur. S. 314. — Rösel Hist. ranar. nostratium. — Cuvier Leçons. T. 5. p. 248.

der Nebennieren doch die Funktionen derselben nicht sehr verschieden sind, und dafs beyde einen Nahrungssaft absondern, dessen Bestimmung ist, von den Venen aufgenommen zu werden. Dieser Beweis wird auch durch eine Bemerkung unterstützt, die PALLAS m) am Jerboa gemacht hat. Bey dem letztern giebt es ausser den übrigen, der Thymus ähnlichen Organen, die derselbe mit den übrigen lethargischen Nagethieren gemein hat, noch zwey Paar andere Drüsen, von welchen das eine zu beyden Seiten im Bauche an der untern Beckenöffnung, das andere hinter den Nieren an den Psoasmuskeln liegt. PALLAS fand jene den Nebennieren ähnlich. Die Substanz beyder Paare aber hielt das Mittel zwischen dem Fett und den Drüsen n), und in der Wärme drang aus ihnen ein Oel hervor. Auch diese Drüsen sind also theils dem Netze, theils den Nebennieren verwandt.

Man sieht aus diesen Beschreibungen, dafs die Schilddrüse, die Thymus und die Nebennieren bey manchen Verschiedenheiten doch im Wesentlichen unter sich und mit der Milz übereinkommen. Ihre Verschiedenheiten beziehen sich vorzüglich auf das gegenseitige Verhältnifs der

zu

m) L. c. p. 299.

n) PALLAS nennt sie: Substantiam glanduloso-lardosam.

zu ihnen gehenden Arterien und Venen. Bey einigen sind jene diesen gleich, bey andern aber weit kleiner als diese. Bey den letztern scheint die Absorbtion des Nahrungssafts vorzüglich durch die Venen, bey den erstern hingegen durch die einsaugenden Gefäfse zu geschehen.

Eine Frage läfst sich aber noch *aufwerfen*, nehmlich aus welchen Theilen jene Organe die zu assimilirenden Säfte erhalten? In Betreff der Milz ist diese Frage schon oben beantwortet. Bey den übrigen fehlt es an Versuchen. Doch ist so viel einleuchtend, dafs die Schilddrüse und die Thymus gerade an den Stellen liegen, wo sich das Zellgewebe der obern Extremitäten mit dem des Kopfs und des Halses verbindet, und wo der Zusammenflufs aller, durch die Hautabsorbtión in dasselbe gelangten Säfte *statt finden* mufs. Die Schilddrüse hat ausserdem eine solche Lage, dafs ihr alle Flüssigkeit, die sich in den Ventrikeln des Kehlkopfs beym Athemholen sammelt, auf dem kürzesten Wege zugeführt werden kann. Es ist auch noch nicht ausgemacht, ob es nicht, wie viele der vorzüglichsten unter den ältern Anatomen gefunden zu haben glaubten o), und wie noch in neuern Zeiten Uttini p) behaup-

o) Haller l. c. T. III. L. 9. S. 1. §. 22. p. 398.

p) Commentar. Bononiens. T. VII. p. 27.

behauptete, Verbindungscanäle zwischen dieser Drüse und der Luftröhre giebt, die dann aber gewifs nicht Ausleerungsgänge, sondern Einsaugungsgefäfse der aus der eingeathmeten Luft abgesetzten Feuchtigkeit sind. Die Nebennieren endlich liegen an einem Ort, wo sie sowohl mit dem Zellgewebe der untern Extremitäten, als mit dem, welches sich über die äussere Fläche des Bauchfells fortzieht und die äusserste Zellenhaut des Darmcanals bildet, in der nächsten Verbindung stehen. Die durch die Haut eingesogenen Flüssigkeiten scheinen also die zu seyn, zu deren Assimilation jene Drüsen vorzüglich bestimmt sind. Diese Absorbtion ist am gröfsten bey der Frucht und den Wasserthieren. Bey jener mufs auch in den Ventrikeln des Kehlkopfs beständig eine Anhäufung des durch die Nase und den Mund eindringenden Kindswassers statt finden. Es ist also erklärbar, warum die Schilddrüse und die übrigen Organe dieser Art bey dem Embryo sich so früh entwickeln, und bey den Cetaceen von vorzüglicher Gröfse sind.

§. 22.

Das Blut.

Wir sind jetzt zu der Quelle, woraus alle Theile den Stoff zu ihrer Bildung und Erhaltung nehmen, und worin jedes aufgelöste Organ zurückkehrt, zu dem Blute, gekommen. Mehrere

Thatsachen, welche auf diese Flüssigkeit Beziehung haben, sind schon in den vorigen Abtheilungen dieses Werks mitgetheilt worden. Hier werden wir die Bestandtheile derselben untersuchen.

Alle Thiere der vier höhern Classen haben rothes Blut von dicker, klebriger Beschaffenheit, worin man unter dem Mikroskop Kügelchen sieht, die bey allen Thieren von einerley Gestalt, doch bey den Amphibien und Fischen etwas gröſser als bey den Säugthieren und Vögeln sind q). Man findet diese Kügelchen auch in dem Blut der weiſsblütigen Thiere, und selbst in dem Saft, den das Herz der Insekten enthält r).

Im frischen Zustande haucht diese Flüssigkeit einen eigenen Geruch aus, der von der Luft, dem Wasser und Weingeist aufgenommen wird, und hierin Aehnlichkeit mit dem riechbaren Stoff der Pflanzen hat s).

Nach dem Ausflieſsen aus dem Körper verliert das Blut etwas an Ausdehnung, und es bildet sich im Umfange des Gefäſses, worin dasselbe enthalten ist, ein rothes Coagulum, das sich nach

q) C. Sprengel Institut. physiolog. P. I. p. 379.

r) Lyonnet Traité de la chenille du saule. p. 426.

s) Parmentier et Deyeux, Journ. de Phys. T. (I.) 44 p. 372. 435.

Digitized by Google

nach der Mitte hin immer mehr zusammenzieht, und endlich ohngefähr die Festigkeit der Knochengallerte erlangt. Ueber dem letztern sammelt sich eine helle, durchsichtige Flüssigkeit, worin keine rothe Kügelchen enthalten sind. Jener geronnene Theil ist der Blutkuchen (Crassamentum); diese durchsichtige Flüssigkeit das Blutwasser (Serum). Ein solcher Blutkuchen bildet sich selbst in dem Blut der Insekten. Die Kügelchen des in dem Herzen der Weidenraupe befindlichen Safts fliefsen im Wasser zu teigartigen Massen zusammen, die sich getrocknet in eine gummöse Substanz verwandeln t).

Die Gerinnung des Bluts wird befördert durch Ruhe, den Einflufs der atmosphärischen Luft, Wärme, Säuren und Alaun; sie wird gehindert durch Kälte, durch Alkalien und mehrere Mittelsalze.

Weder Ruhe, noch Wärme, noch der Einflufs der Atmosphäre sind aber die Ursachen jener Gerinnung, obgleich diese und noch viele andere Umstände, z. B. die Weite der Oeffnung, woraus das Blut ausfliefst, und die Tiefe oder Flachheit des Gefäfses, worin dasselbe aufgefangen wird, auf dieselbe Einflufs haben. Man kann hieran nicht zwei-

t) Lyonnet a. a. O.

zweifeln, wenn man DE HAEN's v), HEWSON's w) und AUTENRIETH's x) Beobachtungen über jene Erscheinungen liest. Die Vereinigung der verschiedenen Bestandtheile des Bluts zu einer einzigen Flüssigkeit scheint ein erzwungener Zustand zu seyn, der durch die Einwirkung des übrigen Organismus unterhalten wird, und aufhört, sobald das Blut von dem letztern getrennt ist. Nach dieser Trennung gerinnt gesundes Blut immer, wenn nicht während oder gleich nach dem Ausfliefsen aus der Ader die Mischung desselben durch chemische Mittel zerstört wird. Die Art der Gerinnung hängt aber theils von dem Einflufs ab, den der übrige Körper auf das Blut äusserte, als dasselbe noch in den Adern enthalten war, theils von den Umständen, worin dasselbe während und nach dem Ausfliefsen aus dem Körper versetzt wird. Beweise jenes Einflusses sind die von HIGHMOR, WILLIS und mir y) bemerkte schnelle Gerinnung des in den Anfällen convulsivischer Krankheiten gelassenen Bluts, so wie mehrere, von HEWSON z) angeführte Versuche, woraus dieser

v) Rat. med. P. I. p. 80. P. III. p. 129. P. IV. p. 217.

w) Vom Blute, seinen Eigenschaften u. s. w.

x) Diss. sist. exper. et observ. de sanguine, praesertim venoso. Stuttgardiae. 1792.

y) Physiologische Fragmente. Th. 2. S. 241.

z) A. a. O. S. 63.

dieser folgerte, "dafs die Eigenschaften des Bluts „von der Beschaffenheit der Blutgefäfse abhängen, „oder dafs diese eine bildende Kraft auf dasselbe „äussern," und SULZER's Beobachtungen über die Beschaffenheit des Bluts des Hamsters im Winterschlaf. Das letztere gerinnt während der Erstarrung des Thiers langsamer als zu andern Zeiten; der Blutkuchen verliert in diesem Zustande seine Flüssigkeit nicht ganz, und das Serum ist nicht, wie bey andern Thieren, durchsichtig und wässrig, sondern zinnoberfarben a).

Eine merkwürdige Erscheinung zeigt sich beym Gerinnen frischer, unter das Vergröfserungsglas gebrachter Blutstropfen. Man sieht hier ein netzförmiges Gewebe entstehen, welches ohngefähr zehn Minuten lang ununterbrochene Bewegungen äussert, die mit schwachen Zusammenziehungen und Ausdehnungen der Muskelfasern Aehnlichkeit haben. Diese Bewegungen stehen mit der Dauer des Gerinnens in Verhältnifs. Sehr verdünnte oxygenirte Salzsäure verstärkt dieselben; andere, stärkere Säuren hingegen heben augenblicklich alle Bewegungen auf, und bringen einen flockenartigen Niederschlag hervor b).

Die

a) SULZER's Vers. einer Nat. Gesch. des Hamsters. S. 93.

b) HEIDMANN in GILBERT's Annalen der Physik. B. 17. S. 1 ff.

Digitized by Google

Die Menge des Blutwassers ist verschieden nach der verschiedenen Art und Constitution des Thiers. Am wenigsten Serum habe ich in dem Blut von Hühnern gefunden. Das Blutwasser der Säugthiere färbt den Veilchensyrup grün; das von Hühnern, mit diesem Reagens vermischt, giebt eine Flüssigkeit, die blos am Rande etwas ins Grüne fällt; von dem Serum eines Störs (*Acipenser Sturio*) habe ich gar keinen Einfluſs auf den Veilchensyrup bemerkt.

Für die nächsten Bestandtheile des Blutwassers halte ich Wasser, Eyweiſsstoff und milchsaures Natrum. Diese Vorstellung ist von den gangbaren sehr verschieden. Ich werde deshalb etwas umständlicher darüber seyn müssen.

Daſs Wasser und Eyweiſsstoff zu den nächsten Bestandtheilen des Blutwassers gehören, darüber ist man allgemein einverstanden. Daſs auch das milchsaure Natrum, oder das Thouvenel'sche Fleischextrakt, ein Bestandtheil dieser Flüssigkeit ist, wurde zuerst von Berzelius bemerkt c). Ich erhielt dasselbe am reichlichsten, indem ich Rindsblut mit rektificirtem Weingeist in einer gelinden Wärme digerirte, das hierbey geronnene Blut nach Abgieſsung des Weingeists wieder mit Wasser gelinde aufkochen lieſs, beyde Auszüge zusammengoſs,

c) Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik u. Mineral. B. 7. S. 585. B. 9. S. 586.

gofs, und die Mischung von neuem bis zum Verdünsten des Weingeists kochte. Bey der letztern Operation scheidet sich aller Eyweifsstoff ab, und die durchgeseihete Flüssigkeit verräth ihren Gehalt an milchsaurem Natrum durch ihren scharfen Geschmack, durch den Niederschlag, den Galläpfelaufgufs in ihr hervorbringt, obgleich keine Spuren von Gallerte in ihr enthalten sind, und durch das Hinterlassen einer gelbbraunen Materie nach dem Abdampfen, welche die Feuchtigkeit der Luft an sich zieht.

Von andern Schriftstellern sind noch Schwefel, Natrum, Kali, Salzsäure, Gallerte und Schleim als Bestandtheile des Blutwassers angegeben worden. Allein der Schwefel, die beyden feuerbeständigen Alkalien und die Salzsäure sind theils im Eyweifsstoff, theils in der Milchsäure enthalten, und gehören keinesweges zu den nächsten Bestandtheilen des Blutwassers.

Gallerte glaubten Fourcroy und Vauquelin im Serum entdeckt zu haben d). Parmentier und Deyeux machten in der Folge neue Versuche bekannt, welche diese Entdeckung zu bestätigen schienen e). Gegen die Richtigkeit jener Erfahrungen

d) Annales de Chimie T. 7. p. 146.

e) A. a. O.

rungen wurden von Bostock Zweifel erhoben f).
Mit Recht erinnert dieser, dafs weder Fourcroy und Vauquelin, noch Parmentier und Deyeux Eigenschaften der von ihnen für Gallerte angenommenen Materie angegeben haben, welche diese als wahre Gallerte charakterisiren. Die erstern schlossen auf das Daseyn des Leims im *Blutwasser*, blos weil in diesem, nachdem *es mit Wasser* vermischt und der Eyweifsstoff zum *Gerinnen* gebracht war, eine Substanz zurückblieb, die beym Erkalten nach und nach starr wurde. Sie bemerken aber nicht, was sie hätten bemerken müssen, um die gallertartige Natur dieser Substanz wirklich zu beweisen, dafs sie sich in der Hitze wieder aufgelöst hätte. Parmentier und Deyeux gestehen auch, dafs sie bey Wiederholung jenes Versuchs keine befriedigende Resultate erhalten hätten. Diese glaubten aber wahre *Gallerte* erhalten zu haben, als sie reines Serum eine halbe Stunde im Marienbade hatten digeriren lassen, wobey sich ausser dem geronnenen Eyweifsstoff noch eine Materie erzeugte, die ganz das Ansehn der Gallerte hatte, und sich in Wasser auflöste.

Ich habe diese Versuche auf verschiedene Art wiederholt und gefunden, dafs, wenn Serum nur mit einer geringen Quantität Wasser gekocht wird, aus

f) Medico-chirurg. Transact. published by the med. and chriurg. Society of London. Vol. 1. p. 47.

aus dem geronnenen Eyweifs eine gelbliche Substanz hervordringt, die zwar einige Aehnlichkeit mit Gallerte hat, doch kein wahrer Leim, und blos ein Produkt des Kochens ist. Wir haben schon im 9ten §. dieses Kapitels gesehen, dafs das Eyweifs durch mineralische Säuren, besonders durch die Phosphorsäure, in Gallerte verwandelt wird. Eine ähnliche Umwandlung scheint in dem obigen Fall bey der Einwirkung der Milchsäure des Blutwassers auf das Eyweifs desselben vorzugehen.

Bostock, welcher Blutwasser durch Hitze und zugleich durch den Zusatz des salzsauren Quecksilbers zum Gerinnen brachte, und diese Operation so lange wiederholte, bis alles Eyweifs völlig abgeschieden war, erhielt aus der übrigen Flüssigkeit weder beym Zusatz eines Aufgusses der Gerberlohe einen Niederschlag, noch beym Abdampfen einen gallertartigen Rückstand. Als das Abdampfen bis zum Austrocknen fortgesetzt wurde, blieb eine zähe Haut von thierischer Materie zurück, die in keiner Hinsicht getrockneter Gelatina glich, und sich schwer in Wasser auflöste. Bostock ist geneigt, diesen Rückstand für thierischen Schleim zu halten. Allein der einzige Grund, worauf sich seine Vermuthung stützt, ist ein Fall, wo der Zusatz des essigsauren Bley zu Wasser, worin Eyweifsstoff des Serums digerirt

4. Ich löste Eyweifs in einer kochenden Lauge des ätzenden Natrum auf, und setzte einem Theil dieser Auflösung nach dem Erkalten essigsaures Bley, einem zweyten Salpetersäure, und einem dritten Alcohol zu. Beym Zusatz des essigsauren Bleys und der Salpetersäure gerann das Eyweifs sogleich; der Alcohol hingegen bewirkte kein Gerinnen.

5. Ich vermischte eine Auflösung des Eyweifs in ätzendem Natrum mit einer gleichen Quantität einer Abkochung des Hirschhorns, und tröpfelte Galläpfeltinktur hinzu. Es entstand aber kein Niederschlag.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich

1) dafs essigsaures Bley eben so wohl auf den Schleim, als auf das Eyweifs wirkt, und dafs jenes keinesweges blos den Schleim anzeigt;

2) dafs Schleim, Eyweifs und Gallerte gewisse Verbindungen haben können, wobey der erste nicht vom essigsauren Bley, das zweyte nicht vom Alcohol, und die dritte nicht von der Galläpfeltinktur niedergeschlagen wird.

Es frägt sich nun, ob etwa Gallerte und Schleim in Verbindungen dieser Art dem Blutwasser beygemischt sind? Ich antworte hierauf, dafs Schleim mit Säure, und Gallerte mit ätzendem Natrum verbunden, nicht mehr Schleim und Gallerte sind, sondern sich dem Zustande des Eyweifs-

weifsstoffs nähern. Wenn also diese Substanzen in den erwähnten Verbindungen Bestandtheile des Blutwassers sind, so befinden sie sich darin als Eyweifs. Mithin stimmen alle Erfahrungen darin überein, dafs der Eyweifsstoff und das milchsaure Natrum die nähern Bestandtheile des Serums sind.

Der zweyte von den beyden Theilen, worin sich das Blut ausserhalb dem Körper trennt, ist der Blutkuchen. Dieser besteht aus dem Faserstoff, oder dem fadenartigen Theil (Fibra sanguinis), und dem rothen Theil (Cruor). Der letztere wird von aufgegossenem Wasser zum Theil aufgenommen, indem der erstere auf dem Boden des Gefäfses zurückbleibt. Die Absonderung beyder wird durch Schütteln, Umrühren u. d. gl. befördert. Zur Bildung des Faserstoffs trägt aber diese Bewegung nicht, wie einige Schriftsteller zu glauben scheinen, bey. In gewissen Krankheiten und unter gewissen Umständen sondert sich der fadenartige Theil freywillig von dem Cruor ab, und bildet auf der Oberfläche des Blutwassers eine Art von Membran, die Entzündungshaut (Crusta pleuritica.). Von dem Faserstoff rühren auch die Palpitationen her, die man in gerinnendem Blut unter dem Vergröfserungsglase wahrnimmt. Im Schlagaderblut soll er fester als im venösen h), und bey erwachse-

h) Emmert in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 11. S. 124. 125.

Digitized by Google

zum Sieden. Das Eyweifs gerann in jenem Glase, zu welchem die Luft gar keinen Zutritt hatte, eben so schnell und vollkommen, als in einem offenen Gefäfs. SCHMIDTMÜLLER 1) fand auch, dafs Eyweifs in Wasserstoffgas eben so wohl als in der atmosphärischen Luft gerinnt.

Diese Erfahrungen beweisen, dafs beym Gerinnen des Eyweifs etwas Ähnliches *wie bey der* Weingährung statt findet. Wie die letztere blofs aus dem Einflufs entsteht, den die Bestandtheile des Mostes gegenseitig auf einander äussern, so mufs auch jene von Zersetzungen und Zusammensetzungen herrühren, die unter den Bestandtheilen des Eyweifs selber vorgehen. Man mufs also voraussetzen, dafs nur ein Theil dieser Substanz beym Gerinnen in den Zustand der Festigkeit übergeht, der übrige aber *sich als Flüssigkeit* von jenem trennt. Bey dem durch *Hitze* verursachten Coaguliren tritt zwar eine solche Trennung nicht ein; hier nimmt der gerinnende Theil den flüssigen in sich auf. Aber bey der Wirkung von Säuren auf das Eyweifs zeigt sich eine Absonderung beyder Bestandtheile. Ich vermischte einen Theil Eyweifs mit drey Theilen concentrirten Essigs. Ein Theil des Eyweifs blieb in der Mitte der Flüssigkeit als eine gelbliche Wolke schweben; der gröfsere Theil verband sich

1) Commentat. de lympha. Erlang. 1801.

sich mit dem Essig zu einer weifslichen, schleimigen, vollkommnen Auflösung. Vermehrte ich die Quantität des Essigs in dieser Mischung, so blieb die unaufgelöste Wolke doch unverändert. Diese blieb auch unaufgelöst, nachdem ich sie von der übrigen Flüssigkeit abgesondert, und mit concentrirtem Essig übergossen hatte. Eben so löste sich nur ein Theil Eyweifs in sehr verdünnter Salpetersäure auf, indem die Flüssigkeit milchweifs und undurchsichtig wurde; der unaufgelöste Theil bildete eine auf dem Boden des Gefäfses schwimmende, weisse Membran. Diese in Säuren unauflösliche Substanz wird zugleich mit der auflöslichen von ätzenden Alkalien aufgenommen, und durch Säuren daraus zum Theil wieder niedergeschlagen; umgekehrt scheiden kohlensaure Alkalien und kohlensaurer Baryt die in Säuren aufgelöste Substanz des Eyweifs daraus zum Theil wieder ab.

Folgende Theorie der Ernährung scheint mir nun aus den vorstehenden Erfahrungen hervorzugehen. Was den Eyweifstoff im Blute aufgelöst erhält, ist ein Alkali, das seine Gegenwart durch die Reaktion, die es gegen Pflanzenpigmente äussert, zu erkennen giebt. Wird dieses Auflösungsmittel dem Eyweifs entzogen, so erfolgt immer ein Niederschlag des gerinnbaren Theils. Daher coagulirt Eyweifs in der Voltaischen Säule am negativen Pol, wo das Alkali abgeschieden wird,

 indem

indem am positiven Pol kein Spur, oder nur einzelne Flocken davon zu bemerken sind m). Daher findet man nur in dem ungeronnenen *Theil* des Bluts, nicht aber in dem Faserstoff *desselben*, Natrum n); hingegen verbindet sich, wenn man Serum oder Eyweifs durch Säuren zum Gerinnen bringt, die Säure auf's innigste mit dem *geronnenen* Theil o). Es geht hier etwas *Aehnliches* wie in jenem Fall zwischen den Polen der Voltaischen Säule vor; das Alkali wird nicht von der Säure neutralisirt, sondern jenes verläfst eine Materie, deren sich dieses bemächtigt. Das Nehmliche geschieht beym Gerinnen der Milch. Bringt man dieses durch eine Säure, z. B. durch *Salpetersäure*, hervor, so findet man keine *Spur* von Salpeter in den Molken. Schon Scheele bemerkte dies p). Er übersah aber, was nachher Fourcroy beobachtete q), dafs sich die *angewandte Säure*, wenn

m) Brande, Philos. Transact. Y. 1809. P. 2. No. 21. — Hisinger in Gilbert's Annalen der Physik. B. 27. S. 304. — Hisinger nennt das den negativen Pol, was bey Brande der positive heifst. Die Verschiedenheit der Benennung rührt aber blos von der verschiedenen Construktion her, deren sie sich bedienten.

n) Hildebrand in Crell's chem. Annalen. 1799. B. 1. S. 150.

o) Thénard, Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. 2. p. 36.

p) Neue Abhandl. der Schwed. Akademie. J. 1780. S. 111.

q) Mém. de l'Institut. Sc. mathém. et phys.. T. 6. p. 332.

wenn sie nicht in Uebermaaſs zugesetzt ist, ganz mit dem gerinnenden Theil verbindet.

Die Ausscheidung des Alkali aus dem gerinnenden Theil des Eyweiſs kann aber nicht nur durch eine von aussen hinzukommende, sondern auch durch eine von innen sich entwickelnde Säure geschehen. Auf die letztere Art gerinnt das Eyweiſs in der Siedehitze und bey der freywilligen Trennung des Bluts. Bey dieser Scheidung ist es vermuthlich das im Blute befindliche Eisenoxyd, das einen Theil seines Sauerstoffs abtritt. Der Faserstoff hat dasselbe Ansehn wie Eyweiſs, das in einer alkalischen Lauge aufgelöst und durch ein Metalloxyd niedergeschlagen ist. Warum übrigens das Eisenoxyd des Bluts nur in dem gelassenen Blut, und nicht während dieses noch im Umlauf begriffen ist, seinen Sauerstoff zum Theil fahren läſst, dies läſst sich freylich nur aus der Einwirkung erklären, die der übrige Organismus auf das Blut äussert, so lange dasselbe noch einen Theil von ihm ausmacht. Indeſs frägt es sich, ob nicht auch in dem circulirenden Blute das Eyweiſs schon einigermaaſsen geronnen ist? und ob nicht die Blutkügelchen dieser coagulirte Theil sind?

Wir kommen jetzt auf den Cruor, den noch am wenigsten bekannten Theil des Bluts. So viel ist ausgemacht, daſs derselbe bey allen rothblütigen

gen Thieren Eisen enthält, und dafs in diesem Metall ein Hauptgrund der rothen Farbe des Bluts liegt r). Aber unausgemacht ist es, von welcher Verbindung des Eisens die rothe Farbe entsteht.

Zum Theil scheint diese Farbe von der Nahrung, zum Theil auch von der eingeathmeten Luft abzuhängen. Goeze fand im Winter bey Frö-

r) Ob auch das Blut der Mollusken und Würmer Eisen enthält, ist schwer zu bestimmen. Erman will zwar, wie Rudolphi in seinen Beyträgen zur Anthropologie und allgem. Naturgeschichte (S. 86.) erzählt, in dem Blut der Helix Pomatia und des Planorbis corneus sowohl Eisen, als Braunstein gefunden haben. Ich gestehe aber, dafs ich die Richtigkeit dieser Erfahrungen bezweifele. Ich habe oft versucht, das Blut der Weinbergschnecke aus dem geöffneten Herzen aufzufangen. Aber immer ergofs sich dasselbe in so geringer Quantität, und vermischte sich gleich so mit der in dem Herzbeutel und unter der Bauchhaut befindlichen Flüssigkeit, dafs alle meine Mühe, auch nur einige Tropfen davon rein aufzufangen, vergeblich war. Vielleicht hat man die unter dem Bauchfell der Weinbergschnecke enthaltene Flüssigkeit für das Blut gehalten. Jene ist aber von diesem sehr verschieden. Sie ist von bläulicher Farbe, wirkt auf Pflanzenpigmente weder als Säure, noch als Alkali, und wird weder von Alcohol, noch von essigsaurem Bley coagulirt; hingegen mit Galläpfeltinktur mäfsig erwärmt, geht sie in eine gelatinöse Substanz über. Sie besteht also aus Gallerte.

Digitized by Google

Fröschen, vorzüglich wenn sie von Kälte ganz starr waren, das Blut in den Adern weiſs und durchsichtig s). Eben so verliert sich die Röthe des Bluts bey ausgehungerten Fröschen.

Andere Erfahrungen lassen ferner schlieſsen, daſs es eine mit dem Eisen des Bluts verbundene Säure ist, welche jenem die rothe Farbe ertheilt, dasselbe im Blutwasser auflöslich macht, sich beym Verkohlen des Bluts leicht von dem Eisen trennt, dieses Metall aber, so lange sie mit demselben im Blute aufgelöst ist, dem Einfluſs der gewöhnlichen Reagentien entzieht. Blausaures Kali, Galläpfelaufguſs und ähnliche gegenwirkende Mittel des Eisens zeigen keine Spur desselben im Blute an t). Verkohlt man aber Cruor über einem gelinden Feuer, so erhält man eine schlackenartige Masse, die den Geruch angezündeter Haare von sich giebt, und an einem Lichte mit Prasseln verbrennt. Vor dem Verbrennen wird das Pulver derselben vom Magnet angezogen; auf die Asche hingegen äussert dieser keine Wirkung mehr.

Von

s) Der Naturforscher. St. 20. — Nützliches Allerley aus der Natur u. dem gemeinen Leben von G. E. Goeze. B. 4. S. 43.

t) Berzelius in Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik u. s. w. B. 7. S. 583.

Von welcher Art ist nun jene mit dem Eisen des Bluts verbundene Säure? Wir haben gesehen, dafs der Speichel eine Säure enthält, die mit salpetersaurer und schwefelsaurer Eisenauflösung *eine* Flussigkeit giebt, welche ganz die Farbe des Bluts hat v). Fände sich die nehmliche Substanz auch im Blute, so würde wahrscheinlich *diese* jene gesuchte Säure seyn.

Aus dem Speichel läfst sich die erwähnte Säure unmittelbar sowohl vermittelst Weingeist, als durch Wasser ausziehen. Dafs sie auf diesem einfachen Wege aus dem Blute zu erhalten seyn wird, ist nach den obigen Erfahrungen über ihre feste Verbindung mit dem Eisen des noch aufgelösten Cruors nicht zu erwarten. In der That sind auch alle meine Versuche, sie auf dem nassen Wege darzustellen, fruchtlos gewesen. Ich *liefs* Cruor von Ochsenblut in einer Lauge des ätzenden Natrum bis zur Trockenheit kochen, und zog den Rückstand mit Weingeist aus; ich kochte Cruor mit Weingeist, und versuchte die fremdartigen Säuren durch caustisches Natrum und kohlensauren Baryt abzuscheiden. Aber in keinem dieser Versuche bekam ich die verlangte Säure. Hingegen erhielt ich sie, wenn ich zwey Theile pulverisirter Blutkohle mit einem Theil ätzenden Natrum eine halbe Stunde mäfsig glühen liefs, und

v) M. vergl. §. 6. dieses Kap.

und diese Mischung entweder unmittelbar mit Alcohol auszog, oder erst mit Wasser kochte, die filtrirte Abkochung abdampfen liefs, und den Rückstand mit Alcohol behandelte. In beyden Fällen gab der Weingeistauszug mit einer Auflösung des Eisens in Salpetersäure die nehmliche blutrothe Farbe, wie der mit Speichel digerirte Alcohol.

Die Entdeckung dieser Säure des Cruors gehört nicht mir. Schon WINTERL w) erhielt, indem er Blut mit Kali verkohlte, eine in Alcohol auflösliche Substanz, die nicht, wie das blausaure Kali, das Eisen aus seinen Auflösungen niederschlug, sondern roth färbte. RINK x) fand WINTERL's Angabe bestätigt, und bemerkte unter andern, dafs eine sehr verdünnte Auflösung sowohl von salzsaurem, als schwefelsaurem Eisen durch den Weingeist-Auszug der Blutlauge dunkelroth gefärbt wurde y).

Die

w) Die Kunst, die Blutlauge zu bereiten. Wien. 1790. §. 2.

x) GEHLEN's neues allgem. Journal der Chemie. B. 2. S. 461.

y) ITTNER (Beyträge zur Geschichte der Blausäure. S. 61.) bemühte sich zwar vergeblich, diese Säure zu erhalten. Ich vermuthe aber, dafs dieser Schriftsteller den Weingeist-Auszug der Blutlauge gleich nach der Bereitung untersucht hat. In diesem Falle bekam ich ebenfalls nicht immer mit Eisenauflösungen eine rothe Flüssigkeit.

Die Beobachtung aber, dafs auch der Speichel eben diese Säure enthält, ist meines Wissens bisher noch nicht gemacht worden.

Winterl nannte jene Säure Blutsäure. Ich werde diese passende Benennung beybehalten. Um die Beschaffenheit derselben zu entdecken, stellte Rink einige Versuche an, die aber kein genügendes Resultat gaben. Ich gestehe, *dafs ich* nicht glücklicher gewesen bin. Ueber das Verhalten derjenigen Blutsäure, die der Speichel liefert, habe ich schon im 6ten §. dieses Kapitels meine Erfahrungen mitgetheilt. An dem Weingeist-Auszug einer filtrirten, und bis zur Trockenheit abgedampften Blutlauge, die mit ätzendem Natrum bereitet war, habe ich noch Folgendes bemerkt. Nach dem Verdünsten des Auszugs fand ich den Boden des Gefäfses mit kleinen, gelblichen *Krystallen* und einer rothbraunen Substanz *bedeckt.* Beyde lösten sich schnell und vollständig in Wasser auf. Die Auflösung färbte nach wie vor das salpetersaure Eisen roth. Salzsäure gab mit dem Weingeistauszug keinen Niederschlag, wohl aber Krystalle, die inzwischen von denen, welche sich ohne den Zusatz dieser Säure bildeten, nicht ver-

schie-

keit. Prüfte ich hingegen den Auszug mit salpetersaurem Eisen, nachdem derselbe ohngefähr vier und zwanzig Stunden in einem offenen Glase gestanden hatte, so zeigte sich die rothe Farbe.

schieden waren. Winterl's Angabe z), dafs die Blutsäure aus ihrer Auflösung durch Salzsäure in käsiger Gestalt abgeschieden wird, bestätigte sich also nicht. Der Weingeist-Auszug mit den gewöhnlichen Reagentien behandelt, zeigte Spuren von Eisen, Kalkerde und einem feuerbeständigen Alkali. Aber diese Bestandtheile waren gewifs blos fremdartige. Eine Vermuthung über die Beschaffenheit der Basis dieser Säure werde ich im folgenden §. mittheilen.

Man könnte durch eine Hypothese Fourcroy's a) verleitet werden, die Blutsäure für phosphorsaures Eisen zu halten. Diesem Schriftsteller zufolge befindet sich das Eisen als phosphorsaures Oxyd mit einem Ueberschufs der Basis im Blute. Zum Beweise seiner Meinung führt er an, dafs Salpetersäure aus geglüheter Blutkohle einen Theil aufnimmt, der durch Ammonium weifs gefällt wird; dafs der Niederschlag, mit ätzendem Kali behandelt, wieder eine rothe Farbe annimmt, und dafs dieses rothe Oxyd sich in Eyweifs und Blutwasser leicht auflöst. Er glaubt, dafs der weisse Niederschlag phosphorsaures Eisen ist, dem das feuerbeständige Alkali einen Theil seiner Säure entzieht, und welches dadurch in phosphorsaures Eisen

z) A. a. O.

a) Syst. des connoissances chimiques. T. 9. p. 152.

Eisen mit einem Ueberschuſs der Basis verwandelt wird.

Ich halte diese Hypothese für sehr unrichtig. Auf dem von Fourcroy angegebenen Wege entsteht keineswegeѕ eine blutfarbene, sondern blos eine rothbraune Flüssigkeit, und diese erhält man weit kürzer, wenn man metallisches Eisen in Salpetersäure auflöst, und kohlensaures Natrum oder Kali zusetzt. Wäre Fourcroy's Meinung gegründet, so müſste das rothe phosphorsaure Eisenoxyd auch entstehen, wenn man zu einer Auflösung des Eisens in Phosphorsäure ein Laugensalz setzt. Ich habe diesen Versuch angestellt, aber dabey kein rothes Eisenoxyd erhalten; im Gegentheil verlor eine salpetersaure Eisenauflösung ihre färbende Wirkung auf Alkalien, wenn sie mit Phosphorsäure vermischt wurde. Hierzu kömmt, daſs, nach Fourcroy's eigenen *Versuchen* b), das Blut des Foetus keine Phosphorsäure enthält, und daſs doch der färbende Bestandtheil darin dunkler und häufiger als beym Erwachsenen seyn soll c).

Nach

b) Ann. de Chimie. T. 7. p. 162.

c) "Es ist mir," sagt auch Berzelius, "durchaus nicht „gelungen, aus Eyweiſs oder Blutwasser mit Zusatz „von phosphorsaurem Eisenoxyd ein gefärbtes Blut„wasser zu erhalten, wie Fourcroy angiebt." (Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik u. Mineral. B. 7. S.

Nach einer Vermuthung AUTENRIETH's d) hat Braunstein an der rothen Farbe des Bluts Antheil. Um diese Meinung zu prüfen, vermischte ich eine Auflösung des Braunsteins in Salpetersäure mit Speichel, der durch salpetersaures Eisen geröthet war. Die rothe Farbe verlor sich aber, und die Mischung wurde anfangs grünlich, nachher ganz farbenlos. Ich läugne hiermit nicht, daſs Phosphorsäure und Braunstein im Blute enthalten sind. Ich glaube aber, daſs diese Substanzen nicht anders als in sehr zusammengesetzten Verbindungen dem Blute beygemischt seyn können.

§. 23.

Uebergang des Bluts in feste und flüssige Theile.

So weit wir also das Blut kennen, sind die Elementarsubstanzen desselben: Eyweiſsstoff, milchsaures Natrum, und blutsaures Eisen. Wenn sich die Entstehung aller thierischen Theile aus diesen Substanzen bey dem jetzigen Zustande der Chemie noch

S. 583.). GRINDEL's Versuch, aus phosphorsaurem Eisen, Kochsalz, Eyweiſs und Wasser vermittelst der VOLTAischen Säule Blut zu bereiten, (HUFELAND's u. HIMLY's Journ. der prakt. Heilk. J. 1811. St. 1. S. 24. — St. 8. S. 98. — J. 1812. St. 2. S. 99.) verdient nach dem, was FISCHER (Ebendas. J. 1811. St. 12. S. 43.) darüber gesagt hat, keiner Erwähnung mehr.

d) Handbuch der empirischen menschl. Physiol. Th. 1. S. 28.

Digitized by Google

noch nicht ganz befriedigend erklären läſst, so halte ich es doch für möglich, daſs die Chemie zu dieser Erklärung gelangen kann, und hiervon werde ich den Beweis an den nähern, allen thierischen Körpern gemeinschaftlichen und ihnen eigenthümlichen Bestandtheilen jetzt zu führen suchen.

Ausser den erwähnten Elementarsubstanzen des Bluts gehören zu diesen Bestandtheilen:

Die Gallerte.
Der Schleim.
Der Faserstoff.
Der käsige Theil der Milch.
Der Milchzucker.
Das Fett mit dessen verschiedenen Modifikationen, der Butter, dem Markfett u. s. w.
Das Gallenharz.
Die ölige Materie des Gehirns, des *Chylus*, der Haare und der Hautschmiere.
Das Ohrenschmalz.
Der Harnstoff.
Die leimige Materie des Gliedwassers.
Die Benzoesäure.
Die Milchzuckersäure.
Die Blausäure.

Einige andere thierische Materien, wie der Moschus, das Biebergeil u. d. gl. sind theils auf zu wenig Thierarten beschränkt, theils noch zu wenig

wenig untersucht, um hier in Betracht kommen zu können.

Die Entstehung der Gallerte, des Schleims und des Faserstoffs aus dem Eyweifsstoff ist schon oben (§. 9. u. 22. dieses Kap.) gezeigt worden. Gallerte bildet sich, wenn Eyweifsstoff mit einer mineralischen Säure bey einer Temperatur, deren Stärke und Dauer nach der Stärke und Beschaffenheit der Säure verschieden ist, behandelt wird. Der bey der Einwirkung von Säuren, Metalloxyden, Alcohol und Naphten gerinnende Theil des Eyweifsstoffs ist Faserstoff. Schleim ist Gallerte, die durch den Einflufs von Alkalien ihre Eigenschaft, in der Kälte zu gerinnen, verloren hat.

Diese Substanzen, besonders der Faserstoff und die Gallerte, sind aber in der Gestalt, worin wir sie durch chemische Operationen abscheiden, wohl nur in den Auswurfsstoffen des thierischen Körpers befindlich. Den Faserstoff enthalten die belebtern Theile wahrscheinlich nur im halbgeronnenen Zustande. Sieht man an zarten, halbdurchsichtigen Theilen, z. B. an der Bauchscheibe von Schnecken, die auf einer gegen das Licht gehaltenen Glastafel kriechen, dem Spiel der Muskeln zu, das wellenförmigen Bewegungen einer halbflüssigen Materie gleicht, so wird man gestehen müssen, dafs diese Bewegungen nicht von einer so starren Substanz, wie der aus unbelebten Theilen

thierische Theile. Die Bleyoxyde verändern diese auf andere Art, als die Verbindungen des Sauerstoffs mit Quecksilber; diese wirken anders *als* die Arsenikoxyde u. s. w. Für alle die hieraus entstehenden mannichfaltigen Modifikationen der thierischen Elementartheile sind zwar unsere chemischen Reagentien nicht empfindlich genug; aber ihr verschiedenes Verhalten gegen den *lebenden* Körper beweist ihre Verschiedenheit *desto deutlicher.* Der Darmschleim, der Schleim des Saamens, und derjenige, welcher dem Viperngifte zum Vehikel dient, zeigen wenig Abweichungen in ihrem Verhalten gegen chemische Agentien. Aber welche Verschiedenheit in ihrem Einfluſs *auf den* leben den Körper!

Aus den obigen Bemerkungen folgt endlich, daſs es zwischen den Elementartheilen des Körpers keine genaue Gränzen giebt. Der Eyweiſsstoff geht in den Faserstoff und die Gallerte, und diese in den Schleim durch Mittelstufen über. Daher sind alle Versuche, die man gemacht hat, für jede dieser Substanzen allgemein passende Charaktere anzugeben, unbefriedigend, und muſsten es seyn g).

Die

g) So nimmt Hatchett (A. a. O. p. 369. 381.) für den Charakter des Schleims das Unvermögen, in der Kälte zu gerinnen, verbunden mit der Unauflöslichkeit in kaltem

Die Milch enthält drey Bestandtheile, welche von den bisher erwähnten verschieden sind: den Käse, den Milchzucker und die Butter. Sie zeigt aber von mehrern Seiten eine so unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Blute, dafs sich schon hieraus eine

kaltem Wasser an, Eigenschaften, die auch das Eyweifs besitzt. — THOMSON (System der Chemie. Uebers. von WOLFF. B. 4. S. 569.) nennt als Kennzeichen des Schleims: Auflöslichkeit in kaltem Wasser, Unauflöslichkeit in Alcohol, Abwesenheit der Gerinnbarkeit in der Hitze und des Gelatinirens in der Kälte, und die Eigenschaft, sowohl vom Gerbestoff, als vom salpetrig-salzsaurem Zinn niedergeschlagen zu werden. Aber von dieser Zinnauflösung wird auch der Eyweifsstoff gefällt; die Präcipitation vom Gerbestoff findet auch bey der Gallerte, dem Fleischextrakt, und mehrern andern Substanzen statt, und die übrigen Kennzeichen passen ebenfalls theils auf die Gallerte, theils auf den in Säuren aufgelösten Eyweifsstoff. — Die Gallerte und der Eyweifsstoff haben auch mit dem Schleim die Auflöslichkeit in Säuren gemein, worin FOURCROY (Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XII. p. 61.) den positiven Charakter des Schleims gefunden haben wollte. — Wenn endlich BOSTOCK (NICHOLSON Journal of nat. Phil. Vol. XI. p. 244.) glaubt, dafs der Schleim nicht vom Gerbestoff und vom ätzenden Sublimat, sondern blos vom Bleyextrakt gefällt wird, so ist dies, wie wir schon im vorigen §. gesehen haben, eine auf unrichtigen Voraussetzungen gebauete Meinung.

eine Abkunft ihrer Bestandtheile von denen des letztern erwarten läfst. Wie dieses trennt sie sich, sobald sie mit dem übrigen Organismus nicht mehr in Wechselwirkung steht, in einen flüssigen und geronnenen Theil, und diese Absonderung erfolgt sowohl in der Ruhe, als während der Bewegung, sowohl beym Einflufs der atmosphärischen Luft, als in verschlossenen Gefäfsen. Der geronnene Theil besteht aus Käse, Butter, phosphorsaurem Eisen, phosphorsaurer Kalk- und Talkerde; der flüssige aus Wasser, Milchsäure, Milchzucker, salzsaurem und schwefelsaurem Kali, und salzsaurem Natrum. Die Milchsäure ist in ihr weit reichlicher, als in irgend einer andern thierischen Flüssigkeit enthalten. Ueberhaupt zeugt alles an ihr von einer grofsen Neigung zur Säurung.

Diese Säurung ist es auch, vermittelst welcher jene eigenthümlichen Bestandtheile der Milch aus dem Eyweifsstoff gebildet werden.

Der käseartige Bestandtheil verhält sich wie der durch eine Säure niedergeschlagene, und durch die fortdauernde Einwirkung dieser Säure in eine unvollkommene Gallerte verwandelte Theil des Eyweifs. Er wird in kochendem Wasser weich, ohne doch sich aufzulösen, und erstarrt wieder beym Erkalten; ätzende Alkalien, vegetabilische und verdünnte mineralische Säuren lösen ihn auf;

bey

bey seiner Auflösung in Alkalien entwickelt sich aus ihm, wie aus dem Eyweifs, geschwefeltes Wasserstoffgas; concentrirte mineralische Säuren, die rauchende Salpetersäure ausgenommen, erhärten ihn h).

Bey diesem Einflufs einer Säure geht zugleich ein Theil des Eyweifsstoffs in Butter, und ein anderer in Milchzucker über.

Die Butter ist eine Art des thierischen Fetts überhaupt, das sich immer zugleich bildet, wenn Eyweifsstoff bey einer Temperatur, die unter der Wärme des kochenden Wassers ist, mit Salpetersäure digerirt, und dadurch in eine unvollkommene Gallerte verwandelt wird. Bey einer gewissen Art Fäulnifs, wobey blos Stickstoff ohne Wasserstoff zu entweichen scheint, geht ebenfalls der Faserstoff in eine ölige Materie über i). Auch der Käse nähert sich dem Zustande des Fetts, wenn die Auflösung desselben in ätzendem Kali oder Natrum durch eine Säure zersetzt wird k). Wenn es eine richtige Bemerkung ist, dafs frischer Rahm nicht so viele und so vollkommene Butter giebt, als

h) Parmentier et Deyeux, Journ. de Phys. T. 37. P. 2. p. 361. 415. — Fourcroy, Annales de Chimie. T. 7. p. 173.

i) Fourcroy, Annales de Chimie. T. 8. p. 17.

k) Fourcroy ebendas. T. 7. p. 173.

weniger Festigkeit, durch einen leichten Nebengeschmack nach Fleischbrühe, den die erstere *nicht* hat, und durch eine gröſsere Neigung zum *Krystallisiren*; sie schmeckt wie ranziges Fett, und verbindet sich mit kaltem Wasser zu einer Art von Emulsion, woraus sie durch Mineralsäuren und Galläpfelaufguſs niedergeschlagen wird; das Wasser, woraus sie gefällt ist, verbreitet beym Faulen *einen stinkenden* Geruch, der auf die Gegenwart einer *thierischen* Materie hindeutet; beym Verbrennen giebt sie anfangs den Geruch angezündeter thierischer Materie, und nachher den des dampfenden Fetts von sich. In allen diesen Eigenschaften läſst sich eine Substanz nicht verkennen, die mit dem *Gallenstoff* gleichartig, und von diesem nur durch die Verbindung mit einer andern thierischen Materie, vielleicht mit Fleischextrakt, welches ebenfalls einen Bestandtheil der Hirnmasse ausmacht, verschieden ist.

Eben diese Gleichartigkeit zeigt sich, wenn man die Eigenschaften der von VAUQUELIN entdeckten öligen Substanz des Chylus n) mit denen des Gallenstoffs vergleicht.

Das Oel der Haare, die Hautschmiere und das Ohrenschmalz kennen wir noch nicht genug von allen Seiten, um aus ihren chemischen Eigen-

n) M. vergl. §. 17. dieses Kap.

genschaften mehr schliefsen zu können, als dafs sie von der Abkunft des Fetts sind o). Aber der Uebergang derselben in eine dem Gallenstoff, der Farbe nach, ähnliche Materie bey der Gelbsucht, beweist ihre Verwandtschaft mit dem letztern.

Derselbe Uebergang findet in der Gelbsucht bey dem Harnstoff statt, auf den wir im folgenden §. zurückkommen werden.

Dafs auch das Gliedwasser eine dem Gallenstoff ähnliche Materie enthält, schliefse ich aus Margueron's Beobachtungen über die Eigenschaften jenes Safts beym Rindvieh. Im frischen Zustand ist, ihm zufolge, das Gliedwasser halbdurchsichtig, weifsgrünlich und leimig; es färbt die blauen Pflanzensäfte grün, und schlägt den Kalk aus seiner wässrigen Auflösung nieder; abgedampft läfst es einen Rückstand, der salzsaures und kohlensaures Natrum enthält; es löst sich in Wasser auf, macht dieses leimig und schäumend; durch Kochen und durch Alcohol wird etwas Eyweifsstoff abgeschieden. Die leimige Materie löst sich in

o) Das Oel der Haare ist bis jetzt erst von Vauquelin (Ann. de Chimie, T. 58. p. 41.) bemerkt worden. In dem Zustande, worin dieser dasselbe fand, war es aber schwerlich ein Edukt, sondern ein Produkt des starken Kochens der Haare im Papinianischen Digestor.

Digitized by Google

in Alcohol auf; Säuren fällen sie daraus als eine klebrige und etwas elastische Materie p). *Alle* diese Eigenschaften nähern sich denen der *Galle*.

Bey der Digestion des Eyweifs, der Gallerte und des Faserstoffs mit mineralischen Säuren, besonders mit Salpetersäure, bildet sich während der Erzeugung des Fetts zugleich eine Säure, die mit der Benzoesäure und der Thenard*schen Fett*säure wo nicht völlig einerley, doch sehr nahe verwandt ist. Es ist merkwürdig und mit ein Beweis der Richtigkeit unserer Theorie, dafs die Basis dieser Säure sich auch in der Galle, dem Harn und der Milch findet. Dafs die Galle sie enthält, ist schon oben q) gezeigt worden. Von ihrer Gegenwart im Harn wird im folgenden §. die Rede seyn. In der Milch kannte man sie bisher nicht. Es giebt aber eine bisher *unerklärte* Erscheinung, die für ihre Anwesenheit in *dieser* Flüssigkeit zeugt, nehmlich die rothe Farbe, welche die Milch beym Kochen mit ätzendem, feuerbeständigem Alkali erhält, und die gelbe, in der Hitze sich in Braun verwandelnde Farbe der Auflösung des Käse in solchem Laugensalz. Man erhält dieselben Farben, wenn man die gelbe Flüssigkeit, welche durch Digestion sowohl des Benzoeharzes, als des Eyweifs, der Gallerte und des Faserstoffs mit

p) Ann. de Chimie. T. XIV. p. 125.

q) §. 14. dieses Kap.

mit Salpetersäure entsteht, mit reinem Kali oder Natrum sättigt, und diese Mischung, die krystallisirt den WELTERschen Bitterstoff ausmacht, erhitzt r).

Die Basis der Benzoesäure ist gewiſs eine Modifikation, oder ein Bestandtheil mehrerer anderer thierischer und vegetabilischer Materien, die bisher für eigene Substanzen gegolten haben, besonders der Gallussäure, der Milchzucker- und Harnsäure. Alle diese Säuren haben mit einander gemein, daſs sie sich in Weingeist und kochendem Wasser, nicht aber, oder nur in sehr geringer Quantität, in kaltem Wasser auflösen, sich bey der Destillation gröſstentheils unverändert sublimiren, und mit Salpetersäure digerirt in Sauerkleesäure übergehen. Die Gallussäure und Milchzuckersäure hauchen erhitzt auch den Geruch des Benzoeharzes aus, und die Blasensteinsäure hat die, ebenfalls ihre Verwandtschaft mit der Benzoesäure beweisende Eigenschaft, mit Salpetersäure gesättigt und abgedampft eine rothe Materie zu geben, die in

r) FOURCROY und VAUQUELIN beschreiben die mit reinen Alkalien gesättigte Auflösung dieses Stoffs als dunkel blutroth. Ich habe sie immer gelbbraun, oder braunroth gefunden. Sie scheint sich aber freylich nach der Stärke der Säure, der Reinheit des Alkali und dem Grade der Digestionshitze zu verändern.

zeigt, entsteht sie bekanntlich durch eine Verbindung von Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff. Diese Grundstoffe finden sich in *allen* thierischen Organen, und jedes von diesen ist daher fähig, Blausäure zu geben. Man erhält sie aber nicht blos daraus durch Verkohlen derselben mit Alkali, und Digeriren dieser Kohle mit Wasser, sondern auch sehr reichlich, und *vielleicht* noch reichlicher durch Destillation mit Salpetersäure *x*).

Bey dieser Bildung der Blausäure durch Salpetersäure liefert die letztere keinen Bestandtheil jener Substanz. Eine Wasserzersetzung findet ebenfalls dabey nicht statt. Auch aus verkohlten, und mit höchst concentrirter Schwefelsäure befeuchteten Knochen entwickelt sich Blausäure y). Sowohl die Salpetersäure, als die Schwefelsäure kann hier nur wirken, indem sie Trennungen *und neue Verbin-*

x) Dies hat schon Fourcroy bemerkt (Ann. de Chimie. T. 6. p. 177. — Syst. des connoiss. chim. T. 9. p. 86.) Ittner erinnert dagegen in seiner angeführten Schrift (S. 23.), daſs er aus thierischen Stoffen mit Salpetersäure sehr wenig Blausäure erhalten habe. Ich muſs hierin aber Fourcroy'n beytreten. Herr Apotheker Henschen in Bremen, der auf Veranlassung meiner Versuche über die Blutsäure, Blut mit Salpetersäure destillirte, stellte mir ohngefähr sechs Unzen Wasser zu, die auf diese Art vollkommen mit Blausäure geschwängert waren.

y) Ittner a. a. O. S. 59.

Verbindungen in den thierischen Grundstoffen vermittelt, und vielleicht einen der atmosphärischen Bestandtheile mit diesen vereinigt. So wird auch die Stärke durch die Schwefelsäure in Zucker und Gummi ohne Veränderung dieser Säure geschieden z). Ueberhaupt scheint die ganze Reihe von Verwandlungen, die der Eyweifsstoff durchläuft, indem Säuren auf ihn wirken, weniger durch unmittelbare Oxydation, als durch Veränderung des Verhältnisses, worin der Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff vereinigt sind, hervorgebracht zu werden.

Man kann die Blausäure für die mittelste Stufe jener Reihe annehmen. Von ihr geht die Reihe auf der einen Seite durch das Gallenharz und die verwandten Substanzen, durch das Fett, den Milchzucker, Käsestoff, Faserstoff, Schleim und die Gallerte zum Eyweifsstoff fort; auf der andern Seite erstreckt sie sich von der Blausäure durch die Benzoe-, Harn-, Milchzucker- und Milchsäure bis zur Sauerkleesäure. Die Materien der erstern Reihe enthalten blos innigst gebundenen Sauerstoff, und diesen in geringer Quantität; die Substanzen der letztern Reihe besitzen freyen Sauerstoff, und diesen in gröfserm Verhältnifs.

Ueber-

z) M. s. oben S. 105.

Digitized by Google

nährungsprocesses den Pflanzen nähern, verhält es sich vielleicht anders. Diese excerniren zum Theil eine beträchtliche Menge Säure in flüssiger Gestalt. Unter andern schwitzen die Ameisen beständig eine sehr concentrirte Säure aus, die nach Fourcroy und Vauquelin c) eine Mischung von Aepfel- und Essigsäure, nach frühern Versuchen Marggraf's, Arvidson's, Hermbstädt's und Richter's, und auch nach Süersen's neuern Zerlegungen d) aber eine Säure von eigener Art ist. Auch giebt die Gabelschwanzraupe einen sauern Saft durch eine zwischen der Unterlippe und dem ersten Fuſspaar liegende Queerspalte von sich e).

Bey unsern bisherigen Untersuchungen führten uns Erfahrung und Analogie. Die Substanzen, deren Bildungsstufen wir verfolgten, sind ihren Grundstoffen nach im Blute enthalten, und werden aus diesem durch Veränderung des *Verhältnisses* dieser Grundstoffe erzeugt. Aber es giebt Bestandtheile der thierischen Organe, die sich nicht im Blute finden. Zu ihnen gehören vorzüglich die Talkerde, Kieselerde und Thonerde. Woher rühren diese? Sind sie bey den bisherigen Analysen

c) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. I. p. 335.

d) Gehlen's Neues allgem. Journ. der Chemie. B. 4. S. 3.

l) Bonnet's Insektologie. Uebers. von Goeze. Th. 3. S. 109.

lysen des Bluts unbemerkt geblieben; oder gelangen sie aus dem Nahrungscanal durch das Zellgewebe zu den Organen, worin sie befindlich sind, ohne in die Blutmasse zu kommen? Beydes ist möglich. Aber könnte es nicht auch seyn, dafs diese und andere unzerlegte Stoffe, wie der Phosphor, der Kohlenstoff, die Kalkerde u. s. w., welche Bestandtheile des Bluts ausmachen, in diesen erst gebildet würden?

Wir sind hier auf eine Frage gekommen, zu deren Beantwortung uns die Chemie der todten Natur wenig oder gar keine Data giebt. Um darüber etwas auszumachen, ist es nothwendig, vorher die Entstehung und Bildung des Harns zu untersuchen, und diesen nebst den Auswurfsmaterien mit den bleibenden Bestandtheilen des thierischen Körpers zu vergleichen.

§. 24.

Die Harnwerkzeuge und der Harn.

Bey allen Thieren der vier höhern Classen giebt es Organe, wodurch eine eigene Flüssigkeit, der Harn, abgesondert und ausgeleert wird. Bey den Säugthieren, wo sie am meisten zusammengesetzt sind, bestehen sie aus den Nieren, den Harnleitern, der Urinblase und der Harnröhre.

Die Nieren sind bey dem Menschen zwey länglichrunde, auf der innern Seite concave, auf der

 äussern

che der Nieren gehen zugleich die Saugadern derselben hervor, die sich zu den an der *Aorta* und Hohlvene liegenden Drüsen begeben, und in eben diese Cavität dringen auch zahlreiche Zweige des zum System des sympathischen Nerven gehörigen rechten und linken Nierengeflechts, die mit den Arterien eng verbunden sind, und sich mit diesen zerästeln.

Die von den Nierenbecken zur Urinblase gehenden Harnleiter sind zwey ziemlich lange cylindrische Canäle, die aus einer weissen, festen, inwendig mit einem schleimigen Ueberzug und auswendig mit Zellgewebe bedeckten Haut bestehen, zu beyden Seiten der Wirbelsäule *hinter dem* Bauchfell herabsteigen, und ehe sie sich in den Grund der Harnblase öffnen, auf eine kurze Strecke zwischen den Häuten der letztern *fortgehen*.

Die Harnblase liegt in der vordern und untern Gegend der Bauchhöhle, zwischen dem Mastdarm und den Schaamknochen. Ihre hintere Fläche ist von dem Bauchfell bedeckt, das sich von hier zum Mastdarm fortzieht. Ihre Gestalt ist veränderlich, doch beym erwachsenen Menschen im Allgemeinen eyförmig. In ihrer Textur hat sie einige Aehnlichkeit mit dem Darmcanal. Ihre äussere Bedeckung ist eine Lage von Zellgewebe, worin sich zahlreiche, zu mehrern Stämmen der Blutgefäfse des Unterleibs gehörige Arterien und

Venen

Venen netzförmig verbreiten. Unter dieser liegt ein Gewebe von starken Muskelfasern, die theils der Länge nach, theils in schiefer Richtung laufen, und an mehrern Stellen beträchtliche Zwischenräume haben, die blos durch die übrigen Häute ausgefüllt sind. Hierauf folgt eine zweyte Schicht von Zellgewebe, worin sich die kleinern Zweige der Blutgefäſse des äussern Zellgewebes zerästeln, und dann eine weiche, sehr elastische Membran (Membrana nervea), die offenbar eine Fortsetzung des Fells (Corium) ist, welches die Oberfläche des Körpers bedeckt. Die innerste Haut ist der Epidermis ähnlich, und geht durch die Harnröhre in diese über. Doch giebt es in der Blase keine Flocken, wie auf der innern Fläche des dünnen Darms. Unter der innern Haut liegen zahlreiche Schleimdrüsen, deren Saft die Blase inwendig überzieht, und gegen die Schärfe des Urins schützt. Jene Häute gestatten dem Wasser einen sehr leichten Durchgang g). Es ist also begreiflich, wie Flüssigkeiten aus dem äussern Zellgewebe der Blase in die Höhlung derselben gelangen können.

An der vordern Fläche der Blase, nach unten, giebt es eine Oeffnung, wodurch der Harn aus derselben in die Harnröhre gelangt. Diese wird

g) Haller El. Phys. T. VII. L. 26. S. 2. §. 19. p. 329.

Echidna mehr in die Harnröhre, als in die Blase zu öffnen scheinen m), und dafs der Harn der Amphibien eine feste Substanz ist, die in *Verbindung* mit dem Koth abgesetzt wird, und sich schwerlich in einer Blase ansammeln kann n).

Eine andere Abweichung zeigen die Vögel, Amphibien und Fische in der Art, wie sich die Ausführungsgänge des Urins nach *aussen öffnen*. Bey den Vögeln, Amphibien, und denjenigen Fischen, die keine Blase haben, liegt diese Oeffnung immer in der Cloaca. Bey den mit einer Blase versehenen Fischen aber giebt es eine eigene, hinter dem After liegende Oeffnung, die den Eyern und zugleich dem männlichen Saamen zum Ausgange dient o).

Eine dritte Verschiedenheit findet zwischen dem Menschen und den übrigen *Thieren im Bau* der Nieren statt. Bey mehrern Säugthieren bestehen diese aus Lappen, die immer getrennt bleiben, da sie bey dem Menschen nur vor der Geburt diese Absonderung zeigen. Es läfst sich aber auch hier kein Gesetz angeben, wovon jene Theilung abhängt. Man findet sie bey dem Ochsen, dem Elephant, dem Bären, der Otter, der Robbe und

m) Cuvier Leçons d'Anat. comp. T. 5. p. 239.

n) Von Schreibers a. a. O. S. 84 ff.

o) Biologie. Bd. 1. S. 285.

und den Cetaceen, also bey Thieren von ganz verschiedenen Familien. Bey den Vögeln, Amphibien und vielen Fischen sind die Nieren immer in Lappen getheilt, und von ganz einförmigem Bau. Die Harngänge, deren Stämme sich bey den Säugthieren in die Kelche der Harnleiter öffnen, setzen sich bey jenen unmittelbar in die letztern fort p).

Die bisher beschriebenen Theile sind die wichtigsten unter den ausleerenden Organen. Die Nieren sind diejenigen, in welchen der Harn abgesondert wird. Aus ihnen gelangt derselbe durch die Harnleiter in die Blase, und hier häuft er sich an, bis die Häute der letztern bis auf einen gewissen Grad ausgedehnt sind, und durch diese Spannung die zusammenziehende Kraft ihrer Muskelfasern in Thätigkeit gesetzt wird, bey deren Verkürzung sich die ganze Blase verengert und der Urin durch die Harnröhre hervordringt.

Frisch gelassen und beym gesunden Menschen ist diese Flüssigkeit durchsichtig, ins Gelbe spielend, und von dem Geruch des frischen Fleisches. So lange sie warm ist, zeigt sie Spuren von Säure q), die

p) Cuvier a. a. O. p. 220.

q) Gärtner Observ. circa urinae naturam. Tubing. 1796. — Schultens Disp. de causis imminutae in rep. Batav. morbi calculosi frequentia. Lugd. Bat. 1801.

deckt wurden. Von der Milchsäure rührt, diesem Chemiker zufolge, die saure Reaktion des Harns her.

Einer der merkwürdigsten unter den Bestandtheilen des Harns ist die Harnsäure. Von ihr entsteht der rothbraune Satz in erkaltetem Urin. Sie krystallisirt sehr leicht, löst sich schwer in Wasser, aber leicht in caustischen *Alkalien*, bey einer hohen Temperatur auch in Salpetersäure auf, und verfliegt zum Theil in der Hitze. Die Auflösung in Salpetersäure erhält eine rothe Farbe, wenn sie eingedickt wird. Man findet diese Säure vorzüglich in den Blasensteinen und in gichtischen Concretionen w). Hingegen giebt es kaum eine Spur derselben in dem Urin scrophulöser und verminöser Kranken x).

Die Phosphorsäure ist *vielleicht als* unvollkommene Säure im Harn enthalten y). Zuweilen scheint sich die Basis derselben von dem Sauerstoff zu trennen, und es entsteht dann der leuchtende Urin, wovon Henkel z) und Hufeland a) Beobachtungen gemacht haben.

Nach

w) Fourcroy u. Vauquelin, Ann. de Chimie. T. 32. p. 213. — Reinecke in Crell's chem. Annalen. J. 1800. B. 2. S. 12. 94.

x) Gärtner a. a. O.

y) Gärtner ebendas.

z) Acad. Nat. Curios. T. 5. p. 332.

a) Bey Gärtner a. a. O.

Nach Gärtner's Versuchen scheint bey dem Menschen mit dem Alter die Quantität der Phosphorsäure und der Harnsäure, und zugleich der Grad ihrer Oxydirung zuzunehmen. Die Quantität der Harnsäure nimmt ab bey verletzter Verdauung. In der Kindheit und gegen die Periode der Mannbarkeit wird die Phosphorsäure und die Kalkerde in gröſserer Quantität ausgeschieden, als zu der Zeit, wo das Wachsthum aufhört. Durchfälle und Schweisse vermindern sehr den Gehalt des Urins sowohl an Phosphorsäure, als an Harnsäure. Während starker Anstrengungen des Körpers pflegt die Phosphorsäure in geringerer Quantität, nach derselben aber in gröſserer Menge zugegen zu seyn. Ein ruhiger Schlaf vermehrt beyde Arten von Säure. Die Phosphorsäure wird durch Fleischspeise vermehrt. Bey Menschen, Katzen und Hunden ist bey vegetabilischer Kost am wenigsten, bey gemischter Nahrung mehr, und bey Fleischdiät am meisten von dieser Säure im Urin enthalten. Die Harnsäure findet sich bey Menschen in groſser Menge bey gemischter Nahrung, weniger bey Fleischspeisen, und am wenigsten bey bloſser Pflanzenkost.

Diese von Gärtner aufgestellten Sätze verdienen Aufmerksamkeit, jedoch ohne neue Versuche nicht unbedingten Glauben. Gärtner kannte die Milchsäure im Harn noch nicht, und nahm

alle

aber durch Beymischung fremdartiger Substanzen die Beschaffenheit des Gallenstoffs modifizirt wird, erhellet aus dem verschiedenen Verhalten dieses Stoffs und der Gallensteine, die eine Verbindung desselben mit verschiedenen Neutral- und Mittelsalzen sind, gegen Auflösungsmittel d).

2. Läfst man Urin, welcher eingedickt und von dem krystallinischen Niederschlag abgegossen ist, mit etwas Schwefelsäure aufkochen, so entbindet sich essigte Säure, und es schlägt sich der Harnstoff nicht als eine krystallinische Masse, sondern als ein Harz nieder, welches in Alcohol, und auch einigermafsen in Wasser auflöslich ist. Schon Proust e) bemerkte dieses Harz und die Aehnlichkeit desselben mit dem Gallenharz, wovon er es blos in zufälligen Beymischungen für verschieden hält.

3. Wir haben im vorigen §. gesehen, dafs die Benzoesäure eine Begleiterin der dem Gallenharze ähnlichen Substanzen ist, und dafs die Harnsäure von ihr eine Modifikation zu seyn scheint. Eine dieser beyden Säuren ist aber gewöhnlich zugegen, wo der Harnstoff vorhanden ist. Der Cameelharn, der keine Harnsäure enthält, hat dagegen neben der Benzoesäure und dem Harnstoff noch ein riechen-

d) M. vergl. Fourcroy's Abh. Ann. de Chimie. T. 7. p. 146.

e) Ann. de Chimie. T. 26. p. 258.

riechendes Oel, welches die dem Benzoe-Oel zukommende Eigenschaft besitzt, mit mineralischen Säuren eine rothe Farbe anzunehmen f).

4. Bey der Gelbsucht nimmt der Harnstoff ganz die Farbe und Beschaffenheit des Gallenstoffs an g).

Von dem Harn des Menschen ist der Urin der Rinder, des Pferdes, Esels und Camels in mehrern Stücken verschieden. Dieser ist immer von einem ihm beygemischten Oel trübe. Er enthält wenig oder gar keine Phosphorsäure und keine Harnsäure, hingegen eine beträchtliche Menge Benzoesäure. Gewöhnlich scheint die Phosphorsäure darin ganz zu fehlen. Dafs jedoch diese Abwesenheit nicht immer statt findet, beweisen Brande's Analysen des Camel- und Kuhharns h), nach welchen beyde phosphorsauren Kalk, obgleich nur in geringer Quantität, enthalten. Fourcroy's, Vauquelin's und Chevreul's entgegengesetzte Beobachtungen i) können diese positive Erfahrung um so weniger umstofsen, da Stromeyer auch in dem Blasenstein

f) Chevreul, Ann. de Chimie. T. 72. p. 294.

g) Nouvelles recherches sur l'urine des ictériques. Par M. Orfila. Paris. 1811.

h) Phil. Trans. Y. 1806. P 2. p. 372.

i) Annales de Chimie. T. 72. p. 294.

ser jener Säure liefert dieser schwefelsaures Kali, schwefelsauren Kalk, salzsaures Ammonium, eine thierische Materie und eine ölige Substanz, welche die Stelle des fehlenden Harnstoffs zu ersetzen scheint. Die Harnsäure und die Mittelsalze sind ihm in gröfserer Menge als dem menschlichen Harn beygemischt q).

Die Exkremente der Vögel, welche eine Mischung von Koth und Harn sind, enthalten ebenfalls Harnsäure, nebst phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, und zwar von diesen beyden Mittelsalzen mehr, als sich aus dem Futter abscheiden läfst r).

Der Harn der Amphibien ist eine feste, dem Koth anhängende Substanz. Bey den deutschen Landeidechsen ist sie weich, fettig anzufühlen, kreideweifs, von stark urinösem Geruch, aber ohne merklichen Geschmack. SCHOLZ fand in ihr 0,94 Theile Harnsäure, 0,02 Ammonium, und 0,03 phosphorsauren Kalk, aber keinen Harnstoff s).

Die Harnsäure traf PROUST t) auch in dem Harn der Lacerta Iguana an. VAUQUELIN v) glaubt

q) VAUQUELIN ebendas. T. 17. p. 310.

r) VAUQUELIN, Ann. de Chimie. T. 29. p. 3. — CHEVREUL ebendas. T. 72. p. 294.

s) VON SCHREIBERS a. a. O. S. 89 ff.

t) Ann. de Chimie. T. 1. p. 198.

v) FOURCROY Syst. des conn. chim. T. 10. p. 264.

glaubt sie in dem Harn einer Schildkröte, und JOHN w) in dem Koth der Schmetterlinge bemerkt zu haben.

Eine nähere Untersuchung verdient noch die Frage, ob der Urin der rothblütigen Thiere nicht auch Eisen enthält? Bedeutend kann die Quantität dieses Metalls nicht darin seyn. Indeſs giebt es Erfahrungen, die einigen Eisengehalt des Harns vermuthen lassen. STROMEYER x) fand Eisenoxyd in dem Harnstein eines Ochsen, so wie CHEVREUL y) im Camelharn, und VAUQUELIN z) in dem Urin des Löwen und Tigers, und in den Commentarien des Bononischen Instituts a) findet sich eine Beobachtung von einem blauen Satz des Urins, der wohl nicht anders als aus der Verbindung einer krankhaft gebildeten Blausäure mit dem Eisenoxyd des Harns entstanden seyn kann.

Daſs übrigens der Harn oft noch manche andere Stoffe enthält, die unzersetzt aus dem Magen durch das Zellgewebe unmittelbar zur Blase gelan-

w) Chemische Untersuch. mineral. vegetab. u. animal. Substanzen.

x) A. a. O.

y) A. a. O.

z) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 18. p. 82.

a) T. V. P. 1. In opusc. p. 275.

Mehrere von jenen Stoffen machen auch Bestandtheile der Haare aus, welche, ausser einer schleimigen und öligen Substanz, Eisen, *einige* Spuren von Braunsteinoxyd, phosphorsauren *und* kohlensauren Kalk, Kieselerde in merklicher Quantität, und eine beträchtliche Menge Schwefel enthalten e).

In den Muskeln, und vermuthlich *auch* in den häutigen Theilen, giebt es ebenfalls neben dem Faserstoff und derjenigen Substanz, die sich beym Kochen in Gallerte verwandelt, kohlensauren und phosphorsauren Kalk f).

Das menschliche Gehirn enthält, ausser den beyden schon im 23sten §. erwähnten *fettartigen* Materien, Eyweifsstoff, milchsaures und salzsaures Natrum, Verbindungen der Phosphorsäure mit Kalk, Kali und Bittererde, *Phosphor und* Schwefel g).

Diese Vergleichung scheint, obenhin betrachtet, auf den Schlufs zu führen, dafs bey der Verdauung eine gröfsere Menge Materie assimilirt wird, als die zu ernährenden Organe sich anzueignen im Stande sind, und dafs dieser Ueberschufs unverändert durch die Exkretionsorgane ausgeschieden wird.

e) Vauquelin, Ann. de Chimie. T. 58. p. 41.

f) Hatchett, Philos. Transact. Y. 1799. P. 2. p. 327.

g) Vauquelin, Ann. du Mus. d'Hist. nat. T. 18. p. 212.

Digitized by Google

wird. Allein bey näherer Untersuchung ergeben sich Mifsverhältnisse zwischen den Bestandtheilen der Nahrungsmittel, den assimilirten Materien und den Auswurfsstoffen, die sich mit jener Annahme nicht vereinigen lassen. Besonders zeigen sich diese an der Phosphorsäure und der Kalkerde. Fourcroy und Vauquelin fanden im Mist der Pferde mehr phosphorsauren Kalk, so wie im Koth der Vögel mehr kohlensauren und phosphorsauren Kalk, als sich aus dem Futter abscheiden liefs. Bey den Vögeln verschwindet dagegen eine gewisse Quantität im Futter befindlicher Kieselerde h). An dem Schwefel würde sich vielleicht dasselbe zeigen, wenn dessen Ursprung im thierischen Körper genau untersucht würde. Das Natrum aber findet sich auch in dem Körper pflanzenfressender Thiere, in deren Nahrungsmitteln keine bedeutende Quantität dieses Salzes enthalten ist. Hingegen liefert der Urin des Löwen und Tigers, worin man weit eher Natrum erwarten solle, nach Vauquelin's Versuchen Kali, und zwar in grofser Menge. Das Eisen macht einen Bestandtheil der Gewächse aus, und geht vielleicht aus diesen in den thierischen Körper über. Wenn man aber bedenkt, dafs die Menge desselben im Blute nicht ganz unbeträchtlich ist, dafs nur sehr wenig

h) Journ. de la Soc. des Pharmac. à Paris. T. 1. No. 13. p. 129. — Ann. de Chimie. T. 29. p. 526.

selbe keinen Einflufs. Für diesen kann nur die Nervenkraft jenes höhere Agens seyn, dieselbe Kraft, die wir schon als die Quelle alles *dynamischen* Wirkens in der lebenden Natur kennen lernten m), und von deren Einflufs auf die wichtigsten Funktionen des thierischen Organismus wir schon Beweise in der Lehre von dem Athemholen n), dem Blutumlauf o) und der *Verdauung* p) fanden, indem wir sahen, dafs die *Entbindung* der thierischen Wärme, die Bewegung des Bluts und die Thätigkeit des Magens nach Durchschneidung gewisser Theile des Nervensystems aufhören.

Jener Einflufs der Nervenkraft zeigt sich auch an dem Schwinden eines jeden Gliedes, dessen Nerven unterbunden oder durchschnitten sind q). Diese Abnahme ist zwar nicht in allen *Fällen gleich;* Arnemann r) fand sie nicht so bedeutend, wie sie von andern Schriftstellern geschildert ist. Allein es ist unmöglich, alle Nerven eines Gliedes zu durchschneiden, ohne den ganzen Zusammenhang desselben mit dem übrigen Körper aufzuheben. Wo

m) Biolog. Bd. 3. S. 557. 591.

n) Abschn. 3. Kap. 1. §. 3. dieses 5ten Buchs.

o) Ebendas. Kap. 2. §. 5.

p) Ebend. Kap. 3. §. 7.

q) Haller El. Phys. T. IV. L. 10. S. 8. §. 30. p. 405.

r) Versuche über die Regeneration B. 1. S. 260.

Wo aber nur ein Theil dieser Nerven durchschnitten ist, wird oft die Ernährung durch die übrigen so lange einigermafsen unterhalten, bis die getrennten Stücke sich wieder vereinigt haben. Das Mehr oder Weniger in dem Erfolg jener Versuche schwächt also nicht die beweisende Kraft derselben.

Liefsen sich reine Erfahrungen über die Wirkung des getrennten Zusammenhangs der Nerven an drüsenartigen Eingeweiden anstellen, so würden sich gewifs hierbey ebenfalls sehr auffallende Beweise von dem Einflufs des Nervensystems auf die Absonderungen ergeben. Hier aber sind reine Versuche noch weniger als an andern Theilen möglich. Nuck s) beobachtete zwar nach dem Durchschneiden der Speicheldrüsennerven verminderte Absonderung des Speichels. Allein Sömmering t) hat schon mit Recht erinnert, dafs diese verminderte Sekretion eben sowohl von der Verletzung der Drüsen, als dem Durchschneiden der Nerven herrühren kann. Wäre dieses ohne jene möglich, so würde vielleicht der Erfolg nicht so sehr Abnahme der Quantität, als Veränderung der Qualität des abgesonderten Speichels seyn.

Die Kraft der Nerven ist es also, wodurch das Zerlegte im thierischen Körper wieder gebunden wird.

s) Adenographia curiosa. §. 16.

t) Hirn- und Nervenlehre. 1te Ausg. §. 193.

Vierter Abschnitt.

Grundzüge einer Theorie der Ernährung.

Um die Ernährung der lebenden Körper befriedigend zu erklären, ist es nothwendig, diese Erscheinung aus einem andern Gesichtspunkt zu betrachten, als woraus sie in frühern Zeiten angesehen wurde. Da noch mechanische Principien in der Lebenslehre herrschend waren, nahm man den Procefs, wodurch die festen Theile gebildet und erhalten werden, für ganz verschieden von demjenigen an, wodurch die Absonderung der Flüssigkeiten geschieht, und suchte für beyde Wirkungen verschiedene Erklärungsgründe auf. Aber beyde sind im Wesentlichen einerley. Bey der Ernährung der festen Theile geht das Blut in eine feste und in eine flüssige Materie über; bey der Absonderung der Säfte trennt sich dasselbe in zwey verschiedene Flüssigkeiten; dies ist der einzige Unterschied.

Beyde Wirkungen sind nicht Resultate der Gestalt und Mischung der festen Theile. Dieselbe Kraft,

Digitized by Google

Kraft, die das Organ hervorbringt, bewirkt auch die Erhaltung desselben und die darin vorgehenden Absonderungen. Indem sie einen gewissen Theil bildet, schafft sie sich damit nur eine Bedingung zur Fortdauer ihrer auf einen bestimmten Punkt gerichteten Wirksamkeit.

Beweise für diesen Satz geben die Metastasen. Bildet sich nicht in Krankheiten Milch ausserhalb den Brüsten, Galle ausserhalb der Leber, und Urin in andern Theilen als den Harnwerkzeugen?

Man kann hierauf erwiedern, dafs nach der Entstehung des Organs die ursprüngliche Bildungskraft zu wirken aufhört, und dafs jene metastatischen Erscheinungen sich auch auf eine Art erklären lassen, wobey es nicht der Voraussetzung bedarf, dafs eine gewisse Flüssigkeit ausserhalb dem zu ihrer Absonderung bestimmten Organ erzeugt werden kann. Allein bey der Reproduktion der Amphibien, Fische, Würmer, Zoophyten u. s. w. werden ganze, verlorne Theile ersetzt. Wo ist hier das Organ, welches den sich aus der Wunde ergiefsenden Saft zu neuen Gliedmafsen umformt?

Ueberhaupt verlieren alle Gegengründe wider den obigen Satz ihr Gewicht, wenn wir von richtigen Begriffen über das Wesen der bildenden Kraft ausgehen.

So wenig deutlich auch die Begriffe waren, die man bis auf die neuern Zeiten vom Wesen des Lebens hatte, so ist doch so viel offenbar, dafs man sich diesen Zustand als das Resultat entweder eines **unbedingten**, oder eines **bedingten** Wirkens dachte. Jenes war die Vorstellung, die sich Helmont und Stahl von ihm machten; diesen Begriff findet man in den *meisten*, seit Haller's Zeit entstandenen, biologischen *Systemen*, besonders in der Lehre Brown's.

Aber nur die Fortdauer, nicht der Ursprung des Lebens ist das Produkt einer Wechselwirkung zwischen einer erregbaren Substanz und äussern erregenden Potenzen. Wir suchen vergeblich eine Erklärung der wichtigsten Erscheinungen des Lebens, wenn wir nicht als Grundsatz annehmen,

> dafs das Entstehen des Lebens *in einem* Princip begründet ist, dem ein gewisser Grad der Unabhängigkeit von äussern Einflüssen, von Selbstbestimmung zur Wirksamkeit, ein Analogon von Spontaneität zugeschrieben werden mufs.

Eine Erscheinung, wobey dieser Grundsatz Anwendung findet, ist die Fortpflanzung des Geschlechts. Alle biologische Systeme erklären nur das **Warum**, nicht das **Wie** derselben v). Aber darin

v) M. vergl. Biol. Bd. 1. S. 86. 93.

darin gerade liegt das Unerklärbare dieses Phänomens, weil dabey eine gewisse Unabhängigkeit von äussern Einwirkungen statt findet.

Pflanzen, die unter so ungünstigen Umständen vegetiren, dafs sie kaum das Leben zu fristen vermögen, eilen, Blüthen und Früchte hervorzubringen, ehe sie vergehen, und aus ihrem Saamen keimt unter günstigen Verhältnissen wieder eine gesunde Nachkommenschaft hervor. Die Vegetation würde, wenn sie Wirkung eines geistigen Princips wäre, sich gerade so verhalten, wie sie sich in diesem Falle verhält. Eben diese Aehnlichkeit zwischen den Handlungen eines geistigen Wesens und den Wirkungen des Lebensprincips deutet aber auf eine Art von Spontaneität des letztern hin.

Zu einer andern Classe von Erscheinungen, woran sich dieses unbedingte Wirken des Lebensprincips äussert, gehören die Mifsgeburten. Ich habe im dritten Bande dieses Werks (S. 453.) zu zeigen gesucht, dafs diese Körper im Innern so zweckmäfsig organisirt sind, wie es der Grad der äussern Deformität nur immer zuläfst, bey allen sich ein Bestreben ihres Bildungstriebs äussert, auch unter den ungünstigsten Umständen einen möglichst vollkommenen Organismus hervorzubringen. Iede Hypothese, die es wagt, dieses Gesetz aus der Voraussetzung einer ganz von äus-

sern Einflüssen abhängigen Wirksamkeit zu erklären, muſs gezwungen und höchst unbefriedigend ausfallen.

Was sich hier an den einzelnen lebenden Körpern zeigt, erhellt auch aus den Bildungsstufen, welche die ganze lebende Natur erstiegen hat. Die Geschichte der Erde lehrt, daſs *die ersten* Organismen derselben aus Zoophyten und *Schaalthieren* bestanden; daſs diesen Fische und Amphibien folgten; daſs hierauf erst Säugthiere erzeugt wurden, und daſs der Mensch mit den ihm zunächst verwandten Thieren das letzte Produkt der schaffenden Kraft war. Sie lehrt, daſs die Art, wie das Individuum, ihre Perioden der Ausbildung, der Blüthe und des Vergehens hat, und daſs das Ganze wie das Einzelne in ewigen Verwandlungen begriffen ist w). Diese *Veränderungen* lassen sich keineswegs blos aus der veränderten Wirkungsart cosmischer Einflüsse erklären; sie müssen in den Gesetzen des Lebens selber ihren Grund haben. Die Lebenskraft jedes Einzelnen, in so fern sie sich als Bildungskraft äussert, ist ein Ausfluſs einer gemeinschaftlichen Grundkraft, die sich, dem im Prisma gebrochenen Lichte gleich, in unzählige Strahlen spaltet, und so gespalten die Mannigfaltigkeit der Arten und Individuen des Reichs der lebenden Organismen hervorbringt. Ver-

w) Biol. B. 3. S. 1 ff.

Vermöge dieser Abhängigkeit des Lebensprincips jedes einzelnen Wesens von einer gemeinschaftlichen Grundkraft nimmt alles Lebende an den Veränderungen der Urquelle des Lebens Theil, und es giebt daher Erscheinungen in der lebenden Natur, deren Ursachen weit höher als in der Einwirkung mechanischer oder chemischer Potenzen liegen.

Dem Bildungsprincip der lebenden Körper muſs folglich ein gewisser Grad der Unabhängigkeit von äussern Einflüssen zugeschrieben werden. Von dieser Kraft ahnete man auch schon früher ein solches Wirken. Indem ihr Blumenbach den Namen des Bildungstriebs beylegte, erklärte er sie damit für etwas der Schwere und dem Magnetismus Aehnliches, zu dessen Wirksamkeit keine äussere Anlässe erforderlich sind, sondern das den Grund seiner Thätigkeit in sich selber hat. Selbst schon im Alterthum fanden scharfsinnige Denker in der Voraussetzung eines zweckmäſsig und unabhängig von Erregungen wirkenden Princips die Auflösung des Problems von dem Ursprunge des Lebens. Ein solches war die Weltseele der Platoniker und die plastische Natur des Cudworth. Wegen der Aehnlichkeit zwischen den menschlichen Kunstprodukten und den Wirkungen des Bildungsprincips, und wegen des diesem zukommenden Analogon von Spontaneität war

auch der Name Anima vegetativa, der jener Kraft von ältern Physiologen beygelegt wurde, keine ganz unpassende Benennung.

Es ist also unläugbar, dafs die Ernährung der festen Theile so wenig, als die Abscheidung der flüssigen, Resultate der Gestalt und Mischung des zu ernährenden Organs oder des secernirenden Eingeweides sind. Das Organ ist Schranke, nicht aber Ursache der Thätigkeit des Bildungstriebs; dasselbe begränzt die Wirkungen des letztern auf eine gewisse Sphäre, und macht die Fortdauer jener Wirkungen in dieser Sphäre möglich.

Die fortwährende Richtung der Thätigkeit des Bildungstriebs auf die Erhaltung eines bestimmten Ganzen macht einen Charakter des individuellen Lebens aus. Jenes Ganze ist ein Organismus, der den veränderlichen Einflüssen der *äussern Welt* beständig ausgesetzt ist, und dessen Materie eben sowohl als jede unorganische von diesen Einwirkungen verändert wird. Das Bildungsprincip hingegen wird von der Aussenwelt nicht erreicht. Eben darum aber bleibt dieses fortwährend für jenen Organismus in Thätigkeit, weil dessen Materie unaufhörlich durch äussere Agentien zersetzt wird, und das Zerstörte in ihm beständig zu reproduciren ist. Diese Zersetzungen und Reproduktionen erscheinen uns als eine Wechselthätigkeit zwischen einer dem lebenden Körper eigenen

Digitized by Google

nen Erregbarkeit und erregenden Potenzen. Daher hat alles individuelle Leben in Erregungen sein Bestehen, obgleich die Urquelle des Lebens unabhängig von äussern Antrieben fliefst.

Was sich also aus chemischen Grundsätzen angeben läfst, sind die Elemente, woraus ein lebender Körper zusammengesetzt ist. Vielleicht ist es selbst möglich, durch chemische Processe eine thierische oder vegetabilische Flüssigkeit aus ihren Elementen zu bilden. Aber diese Processe werden immer von denen verschieden seyn, wodurch eine solche Flüssigkeit im lebenden Körper hervorgebracht wird.

Mag man daher alle Spuren von Elektricität, Magnetismus und allen sonstigen physischen Kräften in den lebenden Körpern aufsuchen, und so weit wie möglich verfolgen! Das Resultat dieser Nachforschungen wird immer nur seyn, dafs jene Agentien im thierischen und vegetabilischen Organismus sowohl als ausserhalb demselben wirksam sind; aber nie wird dadurch das eigentliche Geheimnifs des Lebens enthüllet werden. Was wir zu bestimmen vermögen, sind nur die Gesetze des Bildungstriebs, und diese werden wir jetzt, in so fern sie sich auf die Ernährung beziehen, aufzustellen versuchen, Wir werden uns dabey kurz fassen können, da die Belege zu den folgen-

folgenden Sätzen schon in den vorhergehenden Abschnitten dieses Werks enthalten sind.

1. Das vornehmste Substrat der bildenden *Kraft* ist in der ganzen lebenden Natur der Eyweifsstoff, eine Substanz, die ausser dem Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff auch Phosphor in ihrer Mischung enthält. Die vier ersten dieser Stoffe hat sie mit mehrern andern *Materien*, worin sich gar keine, oder nur schwache Spuren des Bildungstriebs äussern, gemein; der Phosphor aber ist ihr eigenthümlich. Dieser scheint daher bey dem Lebensprocefs von grofser Wichtigkeit zu seyn.

2. Alle thierische und vegetabilische Substanzen, worin sich die bildende Kraft äussert, sind der Fäulnifs fähig, und mit dem Eintritt der Fäulnifs fängt diese Kraft an, ungebunden *zu wirken*, da ihre Thätigkeit vorher, als jene Substanzen noch Theile eines organischen Ganzen ausmachten, beschränkt war.

3. Sind jene Substanzen mit zuckerartigen Stoffen verbunden, so tritt die Fäulnifs und die unbeschränkte Thätigkeit des Bildungstriebs erst dann in ihnen ein, wenn sie die weinige oder saure Gährung erlitten haben. Hierbey wird von der gährenden Materie Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft aufgenommen, und Kohlensäure entbunden.

Digitized by Google

bunden. Es geht hier also den freyen Aeusserungen des Bildungstriebs derselbe Procefs vorher, der in jedem thierischen und vegetabilischen Körper das ganze Leben hindurch fortdauert.

4. Die ersten Produkte des Bildungstriebs in faulenden Substanzen sind Bläschen, und aus diesen entstehen Zoophyten.

Ich habe für diesen wichtigen Satz schon im zweyten Bande der Biologie (S. 264 ff.) so viele Gründe angeführt, dafs ich ihn für ausgemacht halten zu können glaube. Indefs füge ich hier noch Einiges aus fremder und eigener Erfahrung zum weitern Beweise desselben bey.

Von der Auflösung thierischer Substanzen in Infusionsthiere erzählt Ramdohr in seinen Mikrographischen Beyträgen zur Entomologie und Helminthologie (Th. 1. S. V ff.) ein auffallendes Beyspiel. Dieser sahe eine durchschnittene Fasciola caudata Müll. sich unter seinen Augen in Infusorien des Geschlechts Volvox auflösen. Beyde Hälften des durchschnittenen Wurms bewegten sich durch schwaches Ausdehnen und Zusammenziehen. An den Rändern, wo der Schnitt geschehen war, fanden beständige Wirbel statt, wie sie die Vorticellen zu machen pflegen, deren Entstehung folgende war. Der Wurm fing an sich aufzulösen, und die von ihm sich trennenden

 Stäub-

Stäubchen geriethen bald hier bald dort blitzschnell in eine wirbelnde, kreisförmige Bewegung, wovon noch mehrere nahe liegende Stäubchen der Art ergriffen und verschlungen zu werden schienen. Hierdurch entstand eine kleine Kugel, die sich auf dem Platz ihrer Entstehung äusserst schnell drehte, dann plötzlich fortschnellte, und mehrere Sekunden lang umherrollte, worauf sie ruhete und sogleich wieder in Stäubchen aufgelöst wurde, oder, welches am häufigsten der Fall war, ihre Bewegung von neuem anfing und fortsetzte. Die andere Hälfte des Wurms, die noch immer schwache Zeichen von Leben äusserte, wurde ebenfalls in reines Wasser gebracht, und auch dieses füllte sich mit solchen Kugeln an, während der Wurm merklich an Umfang abnahm, und spät in der Nacht ganz verschwand. Nicht alle Theile der Fasciola wurden aber so belebt; einige zerflossen wie ein äusserst feiner Staub.

Den Uebergang der Conferven in Infusionsthiere, und dieser in jene, beobachtete Trentepohl an der Conferva dilatata Roth. x). An dieser Alge war im August die Spitze einer Menge von Aesten keulenförmig, schwarz und undurchsichtig, und dieses in der Keule enthaltene Schwarze äusserte eine schwache Spur von Bewegung. Bey fortgesetzter

x) Roth's botanische Bemerkungen und Berichtigungen. Leipz. 1807. S. 180.

setzter Beobachtung wurde die Bewegung immer merklicher, und das Schwarze trennte sich von dem Grünen, so daſs zwischen beyden ein ganz wasserheller Raum in dem untersten Theil der Keule entstand. Dieser helle Zwischenraum wurde immer breiter; das Schwarze verhielt sich ganz wie ein Infusionsthier, und fing an, einen Haufen Körner und Fasern aus der Spitze der Conferve vor sich wegzustoſsen. Bald darauf drängte sich das Thier nach der Spitze der Keule zu, und endlich schlüpfte es durch eine runde, am Ende dieser Anschwellung entstandene Oeffnung hervor, wobey der Körper desselben deutlich zusammengedrückt wurde. Das Schwarzwerden der Keule geschah blos des Nachts; das Ausschlüpfen der Thiere fing am frühen Morgen an, und währte ohngefähr bis Mittag. Sobald das Thier die Keule verlassen hatte, bewegte es sich mit Schnelligkeit im Wasser nach allen Richtungen fort. Seine Figur war völlig eyförmig oder elliptisch, seine Farbe schwarz, fast ohne alles Grün, glänzend und undurchsichtig; blos der obere Rand war weiſslich und durchsichtig. Nachdem es jene Bewegung eine Zeitlang fortgesetzt hatte, suchte es sich einen Ruheplatz, wo es ohne einige fernere Bewegung liegen blieb.

Dieses scheinbare Sterben war der Anfang einer neuen Entwickelung. Fünf bis sechs Stunden nach

nach dem Aufhören aller Bewegüng wurden die Thiere nicht nur gröſser, sondern viele auch vollkommen kugelrund, und grünlich. Nach *einiger* Zeit hatten eine Menge dieser Kügelchen theils an einer, theils an zwey einander gegenüberstehenden Seiten èine kleine Röhre getrieben, die den jüngern Fäden der Conferva dilatata ganz ähnlich, und eben so wie das Kügelchen *selber* inwendig an der Haut mit kleinern Körnern *dicht* besetzt war. Einige trieben auch nach wenig Tagen schon Aeste. Diese jungen Conferven wurden nach zehn Tagen wieder Mütter. Um diese Zeit, wo sie die Länge von ohngefähr einer Linie hatten, zeigten sich an ihnen schon schwarze, hochschwangere Keulen.

Die von dem Thier verlassene Keule wurde wasserhell, welk und faltig. Unter ihr *verengerte* sich die Röhre der Conferve, und, indem *sie selber* allmählig aufgelöst wurde, trieb aus dieser verengerten Stelle bald ein neuer Fortsatz hervor, der ebenfalls eine schwarze Keule bekam, und die nehmliche Folge von Erscheinungen wie der abgestorbene Ast zeigte.

So weit die Erfahrungen Trentepohl's, der ein völlig unbefangener Beobachter war. Ich habe im Mai 1805 gefunden, daſs die ersten Anfänge der Conferva limosa Dillw. ebenfalls Infusionsthiere sind. Eine Ulva lubrica Roth. war am Rande

de mit dieser Conferve besetzt. Neben derselben befanden sich Stäbchen, die hinten und vorne lanzettförmig waren. Die kleinern von diesen schwammen frey in dem Wasser, worin die Ulve lag, und äusserten ganz ähnliche, doch weniger schnelle Bewegungen wie Infusorien. Die gröſsern näherten sich schon mehr der cylindrischen Gestalt, saſsen meist mit dem einen Ende fest, und äusserten blos noch pendelartige Bewegungen. Von den kleinern zu den gröſsern, und von diesen zu den Fäden der ausgebildeten Conferve war der Uebergang so deutlich, daſs sich die Entstehung der letztern aus den erstern nicht bezweifeln lieſs.

5. Die Bläschen, worin faulende Substanzen aufgelöst werden, sind in unaufhörlicher Bewegung, und in dieser Bewegung äussert sich die Vitalität der Flüssigkeiten.

6. Diese Bläschen finden wir auch in animalischen und vegetabilischen Säften, die noch Bestandtheile eines lebenden Ganzen ausmachen. Hier aber bewegen sie, und mit ihnen die Flüssigkeiten, worin sie schwimmen, sich nicht wie in faulenden Substanzen, nach unbestimmten Richtungen, sondern nach gewissen Punkten.

7. Bey den Pflanzen sind diese Punkte veränderlich, indem sie von dem Einfluſs des Lichts,

der

der Wärme und anderer wechselnden Einflüsse abhängen. Im Thierreiche aber sind sie unveränderlich, und hier äussert sich die vitale *Bewegung* der Flüssigkeiten vorzüglich an dem *Umlauf* des Bluts. Aeussere mechanische Einwirkungen, besonders die Zusammenziehungen des *Herzens*, unterstützen den letztern, sind aber keinesweges die einzigen Triebfedern desselben. Durch blofse mechanische Kräfte werden nur auszuleerende Materien, die keine Vitalität und keine eigenthümliche Bewegung haben, z. B. der Harn und die Exkremente des Darmcanals, fortbewegt.

8. Wie die belebten Flüssigkeiten vermöge einer innern Kraft sich fortbewegen, so gehen sie auch auf ihrem Wege vermöge eben dieses innern Princips in verschiedenartige Materien über. Es ist nicht eine durch den Zusatz anderer *Stoffe* aufgeregte Wahlverwandtschaft, was das *Blut in* Speichel, Galle, Saamen u. s. w. verwandelt; denn was giebt es in den Speicheldrüsen, der Leber u. s. w., das die Bestandtheile des Speichels, der Galle u. s. w. anzieht und die übrigen zurückstöfst? Es geht bey jener Verwandlung mit dem Blut etwas Aehnliches vor, wie mit dem Licht bey der Spaltung desselben im Prisma.

9. Die Thätigkeit jenes innern Princips ist bey den Pflanzen abhängig, bey den Thieren hingegen unabhängig von der Einwirkung des Lichts. Bey den

Digitized by Google

den letztern wird sie durch den Einfluſs des Nervensystems bestimmt, und in dieser Bestimmung unterhalten. Man kann in dieser Hinsicht die Thiere Pflanzen nennen, die ein inneres, vom Gehirn und Rückenmark ausgehendes Licht haben. Doch dürfen wir nicht vergessen, daſs diese Vergleichung für jetzt blos Vergleichung ist, und nicht als Erklärungsgrund angewandt werden darf.

10. Alle Ernährung geht auf Hervorbringung der Bedingungen des Lebens. Diese sind theils innere, theils äussere. Die innern bestehen in dem angemessenen Verhältniſs jedes einzelnen Theils zum ganzen übrigen Organismus, und des letztern zur äussern Welt. Dieses Verhältniſs wird durch die stets rege Thätigkeit des Bildungsprincips wieder hergestellt, wenn dasselbe von zufälligen äussern Ursachen, die jedoch gewisse Gränzen nicht überschreiten dürfen, gestört ist. Die äussern Bedingungen des Lebens würde nur ein Körper von unbegränzter Lebenskraft sich selber schaffen können. Doch einige derselben muſs auch jeder Körper von beschränkter Lebenskraft hervorbringen können, und die er nicht selber zu bilden vermag, muſs er wenigstens in der äussern Natur aufzusuchen und sich anzueignen im Stande seyn. Die vornehmsten jener äussern Bedingungen sind Wärme und Licht. In wie fern die lebenden Körper diese zu erzeugen vermögen,

werden

Digitized by Google

werden wir im nächsten Buche ausmachen. Die Aufsuchung derjenigen äussern Bedingungen, die der lebende Organismus nicht selber hervorbringen kann, setzt ein Vermögen, von den Gegenständen der äussern Welt Eindrücke aus der Ferne zu empfangen, und diesen gemäſs willkürliche Handlungen zu äussern, voraus, womit wir uns in den folgenden Büchern beschäftigen werden.

Zusätze.

Digitized by Google

Zusätze.

I.

Ueber das Eindringen der Luft in die Spuhlen der Federn beym Athmen der Vögel.

(Zu S. 131.)

Nach J. und K. WENZEL's y) Untersuchungen ist die von HUNTER und CAMPER sich herschreibende Meinung, dafs bey den Vögeln die eingeathmete Luft in die Spuhlen der Federn tritt, unrichtig.

II.

Ueber die Entstehung von Stickgas beym Athmen.

(Zu S. 189. und 190.)

Die Zunahme des Stickstoffs der geathmeten Luft, die SPALLANZANI in einigen Fällen bey der Respiration der Schnecken bemerkte, ist auch von ALLEN und PEPYS bey neuern, an Meerschweinchen gemachten Versuchen beobachtet worden.

y) Bemerkungen über die Struktur der ausgewachsenen Schwung- und Schweiffedern. Tübingen. 1807.

Digitized by Google

den z). Athmeten diese Thiere blos atmosphärische Luft, so fanden ALLEN und PEPYS eben so, wie bey ihren frühern Versuchen, die Quantität des Stickgas unvermindert, und das verzehrte Sauerstoffgas durch eine gleiche Menge kohlensauren Gas ersetzt. Athmeten sie hingegen *reines* Sauerstoffgas in einem Apparat, der so eingerichtet war, daſs die respirirte Luft gegen *neue* umgetauscht und zur Untersuchung abgesondert werden konnte, so fand sich eine bedeutende Menge Stickgas, welches jedoch bey den neu hinzugesetzten Portionen Luft immer mehr abnahm. Eben dieses Resultat ergab sich, als ein Meerschwein eine Stunde lang in einer Mischung aus Wasserstoffgas und Stickgas athmete, worin das erstere zum letztern in demselben Verhältniſs, wie das Stickgas zum Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft, stand. In einigen dieser Versuche *überstieg* die Menge des entbundenen Stickgas das Volumen des Thiers. Wenn bey dem letztern Versuch die Thiere eine bedeutende Menge Wasserstoffgas absorbirt hatten, so wurden sie schläfrig, und athmeten weniger kohlensaures Gas als vorher aus. In Einem Fall, wo ein Meerschwein eine Mischung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas respirirte, übertraf die Quantität des ausgehauchten kohlensauren Gas die Menge des verzehrten Sauerstoffgas um den hundertsten Theil.

SPAL-

z) Philosoph. Transact. Y. 1809. p. 404.

Spallanzani glaubte gefunden zu haben, daſs diese Zunahme des Stickgas der respirirten Luft entweder kurz vor dem Tode, oder nach einem reichlich genossenen Futter eintrat. Es ist zu bedauern, daſs Allen und Pepys diese Beobachtung Spallanzani's nicht gekannt haben, oder daſs wenigstens von ihnen keine Rücksicht darauf genommen ist. Vielleicht würden sie bey weiterer Verfolgung derselben gefunden haben, daſs das Stickgas, welches bey ihren Versuchen entbunden wurde, von ganz andern Ursachen, als von dem Athmen des Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas herrührte.

Berzelius erzählt in seinem View of the progreſs and present state of animal chemistry a), daſs er in der Erwartung, die kräuterfressenden Thiere, deren Futter nicht so viel Stickgas enthält, als in der Mischung ihrer Theile befindlich ist, müſsten dieses Gas beym Athemholen absorbiren, Allen und Pepys zur Anstellung der erwähnten Versuche veranlaſst hätte, und zieht aus dem seiner Vermuthung ganz entgegengesetzten Erfolg der letztern einige Folgerungen, wobey er die Entstehung von Stickgas im thierischen Körper anzunehmen scheint. Ohne diese Hypothese verwer-

a) Translated from the Swedish by G. Brunmark. London, 1813. p. 33.

verwerfen zu wollen, kann ich doch nicht umhin zu bemerken, dafs es noch einer Untersuchung bedarf, ob nicht beym Verschlucken der Speisen, besonders roher, saftiger Kräuter, eine beträchtliche Menge atmosphärischer Luft in den Magen und Darmcanal gelangt, die vielleicht mit dem Chylus in das Blut übergeht, und wovon das Stickgas, beym Durchgange des Bluts durch die Lungen, abgesondert und ausgeleert wird.

III.

Versuche über den Einflufs der Durchschneidung und Zerstörung des Rückenmarks und einzelner Nerven auf den Blutlauf.

(Zu S. 266. §. 5.)

Erst nachdem der gröfste Theil dieses Bandes schon abgedruckt war, ist es mir möglich gewesen, Versuche zur Entscheidung der Frage anzustellen, ob die Durchschneidung und Zerstörung des Rückenmarks und einzelner Nerven einen unmittelbaren Einflufs auf die Bewegung des Bluts in denjenigen Theilen hat, worin sich diese Organe verbreiten; oder ob, nach Le Gallois's Hypothese, der Blutlauf blos von den Zusammenziehungen des Herzens abhängt, und partielle Zerstörungen des Nervensystems ihn nur durch ihre Einwirkung auf dieses Organ schwächen oder ganz aufheben. Le Gallois experimentirte fast

blos

blos an Kaninchen, bey welchen er die Fortdauer und das Aufhören des Blutlaufs in einzelnen Theilen nur aus Merkmalen, die meist ganz unzuverlässig sind, beurtheilte. Meine Erfahrungen habe ich an Fröschen gemacht, und zwar auf eine solche Art, dafs ich die Bewegung des Bluts vor und nach jedem Versuch unter dem Vergröfserungsglase beobachten konnte. Ich theile hier dieselben so mit, wie ich sie in meinem Tagebuche aufgezeichnet habe.

1. An einem noch unausgewachsenen, erst kürzlich gefangenen Frosch entblöfste ich auf der untern Seite das Herz und die Lungen, auf der obern das Gehirn, und zerstörte vermittelst eines Messingdraths dieses und das Rückenmark. Es erfolgten einige Zuckungen, und die mit dem Athemholen verbundenen Bewegungen der Kehle wurden unregelmäfsig. Das Herz setzte unterdefs seinen Schlag fort, und wurde bey der Diastole roth, bey der Systole blafs. Der Blutumlauf hatte also, wenigstens in der Nähe dieses Organs, noch seinen Fortgang. Die Lungen waren fortdauernd von Luft ausgedehnt, und machten abwechselnde Zusammenziehungen und Erweiterungen, doch nur in geringem Grade. — Ich brachte von neuem einen Metalldrath in das Gehirn, und zerstörte dasselbe so vollständig wie möglich. Jetzt fielen die Lungen zusammen. Aber das Herz setzte seinen

Schlag immer noch fort. Doch blieb die Farbe desselben bey der Systole eben so blaſs, wie bey der Diastole. Der Blutumlauf hatte also jetzt auch in der Nähe desselben aufgehört, indeſs nur, weil das Athemholen aufgehoben war.

2. Einen zweyten, dem vorigen an Gröſse gleichen, aber von Mangel an Nahrung etwas abgematteten Frosch spannte ich auf einer dem Lieberkühnschen Equuleus ähnlichen Maschine an, die so eingerichtet war, daſs ich in den ausgedehnten, und durch einen Spiegel von unten erleuchteten Schwimmhäuten der Hinterfüſse die Bewegung des Bluts unter einer 32mal vergröſsernden Linse beobachten, und dabey an allen Theilen des Thiers operiren konnte. Ich entblöſste die ischiadischen Nerven von der Rückenseite ohne bedeutenden Blutverlust. Der Blutlauf gieng nach dieser Operation auf dieselbe Art wie vor derselben in den Gefäſsen der Schwimmhäute von statten. Ich durchschnitt hierauf beyde ischiadische Nerven. Als ich jetzt nach zwey Minuten jene Gefäſse wieder betrachtete, war keine Bewegung des Bluts in denselben mehr zu bemerken. Das Athemholen und der Herzschlag giengen unterdeſs regelmäſsig fort; das Herz wurde bey der Diastole dunkelroth, und erblaſste bey der Systole. Ich öffnete das untere Ende des Rückenmarks, und stieſs durch dasselbe einen Metalldrath bis

zum

zum Gehirn. Das Athemholen wurde in den ersten drey Minuten etwas unregelmäſsig, dauerte aber dennoch fort. Das Herz pulsirte ebenfalls fort, und wurde bey der Erweiterung mit Blut angefüllt. Nach einer Viertelstunde schnitt ich das ganze Rückenmark bis zum Hinterhaupt weg. Aber auch jetzt währte das Athemholen und der Herzschlag noch länger als zwanzig Minuten fort. Das Herz wurde zwar bey der Diastole immer weniger roth; doch war noch beständig eine Veränderung der Farbe desselben hierbey zu bemerken.

3. Ich spannte drey dem vorigen ähnliche Frösche auf der erwähnten Maschine aus. Bey dem ersten hörte der Lauf des Bluts in den Schwimmhäuten auf, nachdem die ischiadischen Nerven durchschnitten waren. Aber nach dem Durchschneiden, wobey ein groſses Gefäſs verletzt war, entstand eine so heftige Blutung, daſs es zweifelhaft blieb, ob die Stockung des Bluts blos von der Trennung des Zusammenhangs der Nerven mit dem Rückenmarke herrührte. — Bey dem zweyten Frosch bewegte sich das Blut, nach dem Durchschneiden der Schenkelnerven, in den Schwimmhäuten noch einige Zeit, doch nur langsam. — Bey dem dritten Thier, bey welchem der Kreislauf sehr lebhaft vor sich ging, durchschnitt ich nicht die ischiadischen Nerven, sondern das Rücken-

 mark,

mark, und zwar in der Mitte desselben. Hier dauerte die Bewegung des Bluts nach der Operation länger als eine Viertelstunde in den Schwimmhäuten, ohne selbst merklich langsamer zu werden. Ich stiefs hierauf einen Messingdrath in den obern Theil des Rückenmarks von hinten nach vorne bis zum Gehirn, und zerstörte das Mark durch öfteres Umdrehen und Hin- und Herziehen des Draths völlig. Jetzt war der Kreislauf in den Hinterfüfsen zwar langsamer geworden, doch noch keinesweges aufgehoben; ich beobachtete ihn noch länger als sieben Minuten. Er hörte erst auf, nachdem ich das ganze Rückgrat weggeschnitten hatte, womit aber auch das Athemholen aufgehoben war. — Bey allen diesen Versuchen pulsirte das Herz nach dem Aufhören des Athemholens fort. — Bey dem zweyten Thier flofs aus den zerschnittenen Schenkelmuskeln noch Blut, nachdem die ischiadischen Nerven zerschnitten waren, und der Kreislauf in den Schwimmhäuten aufgehört hatte.

4. An einem jungen, aber nicht sehr lebhaften Frosch beobachtete ich erst ohngefähr 10 Minuten lang die Bewegung des Bluts sowohl in den Zehen der Vorderfüfse, als in den Schwimmhäuten der Hinterfüfse, um die Geschwindigkeit desselben genau zu kennen. Dann entblöfste ich die ischiadischen Nerven von der Rückenseite, indem ich die

die Verletzung der gröſsern Blutgefäſse des Hinterleibs sorgfältig vermied. Der Blutverlust bey der Operation war auch sehr gering. Jetzt beobachtete ich von neuem 10 Minuten lang den Blutlauf in den Schwimmhäuten der Hinterfüſse, den ich eher beschleunigt, als vermindert fand. Ich durchschnitt nun die ischiadischen Nerven gleich unter ihrem Ursprung am Rückgrat, und untersuchte dann wieder den Blutlauf in den Hinterfüſsen. Zwischen dem Durchschneiden und dieser Untersuchung waren nur wenige Sekunden verstrichen, und doch hatte alle Bewegung des Bluts in den hintern Gliedmaſsen völlig aufgehört. In den Vorderfüſsen hingegen dauerte der Kreislauf nach wie vor fort. In den ersten 5 Minuten schien er hier nicht einmal langsamer geworden zu seyn. Nach einer Viertelstunde hatte er zwar etwas nachgelassen; doch war die Verminderung der Geschwindigkeit desselben kaum merklich.

5. Bey einem schon völlig ausgewachsenen und sehr lebhaften, weiblichen Frosch dauerte der Blutlauf in den Hinterfüſsen nach der Durchschneidung des mittlern Theils des Rückenmarks noch zehn Minuten. In den ersten fünf Minuten nahm die Bewegung des Bluts in jenen Theilen nur langsam, in den folgenden aber sehr schnell ab. Beym Durchschneiden des Rückenmarks war

die Blutung ziemlich bedeutend. In der vordern Hälfte des Körpers hatte die Respiration acht Stunden nach der Operation noch ihren Fortgang. Als ich um diese Zeit die Gefäſse der Schwimmhäute von neuem beym Sonnenlichte untersuchte, war ich sehr überrascht, das Blut in den kleinsten dieser Gefäſse wieder in Bewegung zu finden. In den gröſsern Adern konnte ich indeſs keine Bewegung mehr bemerken.

6. Bey einem männlichen Frosch, der dem vorigen an Stärke und Gröſse gleich war, durchschnitt ich ohne erheblichen Blutverlust blos den ischiadischen Nerven der rechten Seite. *Anfangs* schien der Blutlauf im rechten Fuſs geschwächt zu seyn. Nachher aber schien er mir in den kleinsten Gefäſsen eben so lebhaft wie vor der Operation vor sich zu gehen. In den *gröſsern Gefäſsen* stockte er. Doch ging er in einigen von diesen schon vor der Operation stoſsweise von statten. Ueberhaupt habe ich bey diesem sowohl, als dem vorigen Frosch, die Bewegung des Bluts in den Haargefäſsen, die nur ein einziges Blutkügelchen durchlassen, weit lebhafter als in den gröſsern Zweigen gefunden. — In den kleinern Gefäſsen des andern Schenkels dauerte ebenfalls der Blutlauf noch fort, nachdem der ischiadische Nerve desselben durchschnitten war. — In beyden Hinterfüſsen beobachtete ich den Kreislauf

noch

noch länger als eine halbe Stunde nach der Trennung der Nerven.

7. Bey mehrern Kaulquappen, die eine Länge von ohngefähr anderthalb Zoll hatten, und in deren durchsichtigem Schwanz sich der Blutumlauf sehr deutlich beobachten liefs, hörte derselbe in diesem Theil augenblicklich auf, sobald das untere Ende des Rückenmarks durchschnitten war. Das Athemholen und der Herzschlag dauerten dabey fort. Diese Funktionen hörten auch nach dem Durchstechen des Gehirns nicht auf. Das Athemholen wurde aber gleich gehemmt, sobald der vordere Theil des Rückenmarks zerstört war.

Durch diese Erfahrungen erhält alles, was ich oben (S. 272 ff.) über die Unrichtigkeit der Schlüsse gesagt habe, die Le Gallois aus seinen Versuchen gezogen hat, volle Bestätigung. Zuerst folgt daraus, dafs die Entstehung von Blutungen aus verwundeten Theilen, wovon Le Gallois ein Hauptkennzeichen der Fortdauer des Blutumlaufs in diesen Theilen hernahm, eben so unzuverlässig ist, als das auf der Fortdauer des Empfindungsvermögens in einzelnen Organen gebauete Merkmal, dessen Trüglichkeit ich schon oben (S. 275.) bewiesen habe. Im 3ten Versuch entstand bey dem zweyten Frosch aus den zerschnittenen Schenkelmuskeln noch eine Blutung, obgleich der Kreislauf in diesen Theilen aufgehört hatte. Dagegen

flofs

Digitized by Google

floſs aus denselben verwundeten Muskeln bey andern Fröschen, in deren Hinterschenkeln der Blutlauf noch ungeschwächt war, nur sehr *wenig* Blut.

Alle Erfahrungen über das Aufhören oder Fortdauern des Blutumlaufs in einzelnen Theilen, *die* nicht auf unmittelbaren Beobachtungen beruhen, müssen also sehr unsicher seyn. Die *meinigen* dürfen, wie ich glaube, auf mehr Zuverlässigkeit Anspruch machen, und diese führen auf folgende Resultate.

1. In einigen Fällen hörte der Blutumlauf in den hintern Gliedmaſsen nach der Durchschneidung der ischiadischen Nerven oder des Rückenmarks sehr schnell auf (Vers. 2, 4.); in andern dauerte er selbst nach der Durchschneidung des Rückenmarks in diesen Theilen *fort* (*Vers.* 3, 5, 6.). In den letztern Fällen lieſs er jedoch in den gröſsern Gefäſsen jener Glieder nach (Vers. 5, 6.). Nur in den kleinsten Adern währte er oft ziemlich lange fort, und kehrte selbst nach einiger Zeit zurück, nachdem er schon gehemmt gewesen war (Vers. 5.).

2. Bey allen diesen Beobachtungen ging das Athemholen, der Herzschlag und der Blutumlauf in dem Vordertheil des Körpers fort. In Einem Fall (Vers. 4.), wo der Blutlauf in den hintern Theilen nach der Durchschneidung der ischiadischen

schen Nerven augenblicklich aufhörte, war anfangs in den Vorderfüſsen nicht einmal eine bedeutende Abnahme der Geschwindigkeit desselben zu bemerken. Selbst gänzliche Zerstörung des Rückenmarks hob diese Funktionen nicht auf (Vers. 1, 2.). Nur wenn das Gehirn nebst dem obern Ende des Rückenmarks völlig zerstört war, kamen das Athemholen und der Blutumlauf zum Stillstand (Vers. 1, 3, 7.). Das Herz fuhr aber auch in diesem Falle fort zu pulsiren (Vers. 1, 3.).

3. Haller's Lehre, daſs der Schlag des Herzens in keiner unmittelbaren Abhängigkeit von dem Einfluſs des Nervensystems steht, ist also unwiderlegt. Unrichtig ist aber die Meinung Haller's, daſs blos dieser Schlag den Kreislauf bewirkt; denn wie hätte in den obigen Versuchen die bloſse Durchschneidung der ischiadischen Nerven den Stillstand, oder wenigstens die Abnahme der Bewegung des Bluts in den hintern Extremitäten bey der Fortdauer des Kreislaufs im übrigen Körper zur Folge haben können, wenn diese Meinung gegründet wäre?

4. Alle obige Erfahrungen finden nur eine befriedigende Erklärung in der Voraussetzung, daſs der Blutumlauf von einer eigenen bewegenden Kraft des Bluts entsteht, welche von dem Athemholen und dem Einfluſs des Nervensystems abhängig ist, und deren Wirkungen durch die Zusammen-

sammenziehungen des Herzens blos unterstützt werden. Die Abhängigkeit dieser Kraft von dem Einfluſs der Nerven ist verschieden nach der Verschiedenheit des Individuums. Sie wird auf ähnliche Art, wie die Muskelkraft in einzelnen Theilen, nach der Trennung der zu denselben gehenden Nerven vom Gehirn und Rückenmark, bald früher, bald später erschöpft.

IV.

Beobachtungen über die freywilligen Bewegungen des Bluts.

(Zu S. 260. und 549.)

Wenn es wahr ist, daſs der Kreislauf des Bluts nicht blos von dem mechanischen Einfluſs des Herzens herrührt, sondern daſs diese Flüssigkeit ein eigenes Bewegungsprincip besitzt, *so läſst sich* erwarten, daſs die Thätigkeit dieses Princips, wie die aller übrigen Lebenskräfte, auch nach der Trennung des Bluts vom übrigen Organismus noch einige Zeit fortdauern wird; und findet diese Fortdauer wirklich statt, so erhält dadurch jene Lehre eine neue Bestätigung.

Ich hatte schon vor längerer Zeit über diesen Gegenstand Untersuchungen angestellt, ohne aber auf zuverlässige Resultate gekommen zu seyn. Oft fand ich in den Kügelchen von Blutstropfen, die ich unter dem Vergröſserungsglase betrachtete,

Ströme

Ströme und Wirbel, die mir von einer innern Kraft zu entstehen schienen. Aber in der Folge entdeckte ich einen Umstand, der mir diese Beobachtungen verdächtig machte. Ich hatte jenes Blut meist von Fröschen und Kaulquappen genommen. In dem Wasser, worin sich diese Thiere aufhalten, befinden sich immer Vorticellen und andere Infusionsthiere, die leicht mit unter das Blut gerathen, und dasselbe durch ihre abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen in Bewegungen setzen, die mit freywilligen die gröfste Aehnlichkeit haben. Indefs waren mir auch Fälle vorgekommen, wobey diese Täuschung nicht statt gefunden haben konnte. Als ich im letzten Frühjahr meine Untersuchungen über diesen Gegenstand wieder vornahm, erhielt ich endlich die Gewifsheit, dafs es automatische Bewegungen nicht nur in gelassenem Blute, sondern auch in mehrern andern thierischen Säften giebt.

Die freywilligen Bewegungen des Bluts sind von zweyerley Art. Die eine besteht in Wirbeln und Strömen der Blutkügelchen. Man sieht unter einer hinreichenden Vergröfserung b) entweder bald hier, bald dort in dem Tropfen einen Wirbel entstehen, woraus sich ein Strom von Kügelchen ergiefst; oder man erblickt die ganze Masse der

b) Ich bediente mich einer 150maligen, einfachen Vergröfserung.

Digitized by Google

der Blutkügelchen in einer wirbelnden Bewegung. Dieses Phänomen findet nur unmittelbar nach dem Ausfliefsen des Bluts aus einer Ader statt, und dauert meist nur einige Sekunden. Dann tritt das Gerinnen des Bluts, und mit diesem die zweyte Art von Bewegung ein, die schon von HEIDMANN bemerkt und S. 549. dieses Buchs angeführt ist. Sie besteht in einer *plötzlichen*, zuckenden Zusammenziehung des ganzen Blutkuchens, die zuweilen ganz das Ansehn einer Muskelbewegung hat. Die stärksten Zuckungen beobachtete ich einige male, als ich das Blut während der Bildung des Blutkuchens mit Wasser vermischt hatte. Das Wasser beförderte *hier aber* nur die Bewegungen, indem es das Ankleben des Blutkuchens an dem Glase verhinderte. In einigen Fällen waren an einzelnen, noch flüssigen Stellen des Bluts die Kügelchen vor *dem Eintreten* der Zuckung in starker Bewegung. In den meisten Fällen aber trat das Phänomen bey völliger Ruhe der Blutkügelchen ein.

Bedingungen dieser Beobachtungen sind: dafs man das Blut, nachdem es aus einer eben erst geöffneten, gröfsern Ader gedrungen ist, so schnell wie möglich unter das Vergröfserungsglas bringt; dafs das Thier noch nicht durch Blutverlust, durch heftige Reitzungen des Nervensystems u. d. gl. erschöpft ist; und dafs man nicht zu kleine Bluts-

tropfen

Digitized by Google

tropfen zu der Beobachtung nimmt. Vorzüglich wichtig ist die zweyte Bedingung. So oft ich Blut von Fröschen untersuchte, an welchen ich vorher das Rückenmark durchschnitten, oder anhaltend gereitzt hatte, bemerkte ich daran gar keine, oder doch nur schwache Bewegungen, wenn auch das Athemholen und der Herzschlag noch ihren Fortgang hatten.

Ich versuchte, jene Bewegungen durch warmes Wasser zu verstärken, doch ohne Erfolg. Eben so wenig bemerkte ich eine Zunahme derselben, wenn ich das Glas des Objektenträgers durch Reiben elektrisch machte, ehe ich das Blut darauf fallen liefs. Phosphorsäure machte, dafs die Blutkügelchen in kleinere Kügelchen zerfielen, brachte aber keine Zuckungen in dem Blutkuchen hervor.

Aber nicht blos das Blut äussert freywillige Bewegungen. In dem mit Wasser verdünnten Saft der Eyerstöcke eines Frosches, worin die Eyer noch unentwickelt waren, traf ich Kügelchen an, die kaum den zehnten Theil des Durchmessers der Blutkügelchen hatten, und in einer beständigen, jedoch sehr langsamen und nur bey einer 300maligen Vergröfserung deutlich bemerkbaren Bewegung waren. An Einer Stelle, wo sich mehrere Kügelchen zusammengehäuft hatten, fand eine stärkere, zuckende Bewegung statt, die eine ziemlich lange Zeit anhielt.

Eben solche Kügelchen, und die nehmliche langsame, aber nicht zu verkennende Bewegung derselben entdeckte ich in der bläulichen Flüssigkeit, die sich aus den durchschnittenen Muskeln der Weinbergschnecke ergiefst.

Die stärksten und schnellsten Bewegungen habe ich an dem unmittelbar aus den Hoden genommenen, männlichen Saamen von Fröschen, die ich während ihrer Begattung geöffnet hatte, beobachtet. Ich sahe hier bey einer 300maligen, einfachen Vergröfserung die ganze unter das Mikroskop gebrachte Masse schnelle, wellenförmige Bewegungen machen, die offenbar ganz unabhängig von den Bewegungen der Saamenthiere waren. Wie diese Erscheinung an einer Flüssigkeit, die doch häufig genug mikroskopisch untersucht ist, bisher unbeachtet hat bleiben können, weifs ich mir nicht anders als unter den Voraussetzungen zu erklären, dafs man über die Betrachtung der Saamenthiere alles Andere übersehen hat; oder dafs man nie den Saamen brünstiger Thiere beobachtete; oder auch, dafs man ihn nicht schnell genug, nachdem er aus den Hoden genommen war, unter das Vergröfserungsglas brachte. Leeuwenhoek c) ist der einzige Beobachter, der dieses Phänomen an dem Saamen eines Hahns, den er eine

c) Anatomia, seu interiora rerum cum animat. tum inanimatarum etc. p. 5, 6.

eine Zeitlang abgesondert von Hühnern gehalten hatte, gesehen zu haben scheint. Er leitete aber unrichtig dasselbe von den Bewegungen der Saamenthiere her.

V.

Versuche über den Einfluſs des Magensafts auf Glas, und über die Säure dieses Safts.

(Zu S. 359 ff.)

Ich muſs gestehen, daſs ich bey neuern Versuchen mit dem Magensaft von Krähen und einer Möve eben so wenig sichere Beweise von der Einwirkung dieser Flüssigkeit auf Glas, als bey meinen frühern, S. 360. erzählten Versuchen erhalten habe.

Ich lieſs drey junge Krähen einen soliden, an den Rändern abgefeilten Glascylinder, der 48 Gran wog, verschlucken. Die erste bekam ihn des Abends um sieben Uhr, und hatte ihn am folgenden Morgen wieder ausgebrochen. Der Cylinder war hin und wieder an den abgefeilten Stellen mit einer bräunlichen Materie bedeckt, die in Wasser zu Boden sank, und aus Flocken bestand, worin eine erdige Materie eingehüllt zu seyn schien. Beym Wägen des Glases fand sich ein Gewichtsverlust von ohngefähr einem Drittel Gran. Es blieb aber zweifelhaft, ob dieser von einer Auflösung des Glases, oder davon, daſs etwa beym Ausbrechen des Cylinders und dem dabey einge-

tretenen Fall desselben auf den Boden des Käfigs, kleine Glastheile abgesprungen waren, herrührte. Die zweyte Krähe erhielt den Cylinder um neun Uhr Morgens, und behielt ihn bis Mittag bey sich. Hierauf wurde er gleich der dritten beygebracht, die ihn erst am folgenden Morgen ausbrach. Nach diesen Versuchen konnte ich gar keine Gewichtsverminderung des Glases bemerken.

Ich sammelte von denselben Krähen, die zu den vorigen Versuchen gedient hatten, vermittelst Schwämme, die ich ihnen beybrachte und welche nach einiger Zeit wieder ausgebrochen wurden, etliche Drachmen Magensaft, vermischte diesen mit halb so vieler concentrirter Schwefelsäure, die ich mit dem vierfachen Gewicht Wasser verdünnt hatte, legte denselben Glascylinder, der bey den vorigen Versuchen gebraucht worden war, in die Mischung, und erhielt die Flüssigkeit *eine halbe* Stunde in der Siedehitze. Der Cylinder hatte aber keine bemerkbare Veränderung seines Gewichts erlitten.

Ich liefs endlich eine Möve (Larus canus) den erwähnten Glascylinder verschlucken. Dies geschah des Nachmittags um 3 Uhr. Am folgenden Morgen hatte die Möve ihn wieder ausgebrochen. Das Gewicht des Cylinders war etwas vermindert, doch höchstens nur um $\frac{1}{4}$ Gran. Die polirten Stellen des Glases waren nirgends angegriffen.

So

So wenig diese Erfahrungen für meine Meinung, daſs die Fluſssäure ein Bestandtheil des Magensafts ist, etwas beweisen, so kann ich doch diese Vermuthung noch nicht aufgeben. Ich sehe noch immer nicht ein, von welcher andern Säure als der Fluſssäure die starken auflösenden Wirkungen des Magensafts mancher Thiere herrühren können. Es lassen sich ausser ihr blos noch Schwefel-, Salz-, Phosphor- und Milchsäure in diesem Saft annehmen. Aber keine der letztern ist kräftig genug zu jenen Wirkungen. Die Säure des Magensafts muſs auch flüchtiger Art seyn, da die Reaktion derselben gegen Pflanzenpigmente mit der auflösenden Kraft des gastrischen Safts nicht in Verhältniſs steht. Diese Flüchtigkeit läſst sich aber ebenfalls nur von der Fluſssäure annehmen. Daſs wirklich diese Säure auch als Gas im thierischen Körper vorkömmt, dafür geben die Beyspiele von einer ätzenden Wirkung, welche die Ausdünstung der Augen mancher Menschen auf Brillen äusserten d), einen Beweis, Beyspiele, die sich

d) De Witry hat eine solche Beobachtung in den Mém. de l'Acad. de Bruxelles vom Jahre 1787 bekannt gemacht, und dabey mehrere ältere Beyspiele dieser Art angeführt. Eine Uebersetzung seines Aufsatzes findet man in Lichtenberg's und Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte (B. V. St. 1. S. 116.).

sich schwerlich ohne die Voraussetzung, daſs fluſssaures Gas ein Bestandtheil der Augenausdünstung war, erklären lassen.

Ich habe übrigens den gastrischen Saft der Krähen, den ich mir durch Schwämme verschafft hatte, noch weiter untersucht, und gefunden, daſs man sich auf die Resultate aller chemischen Versuche, die mit dem auf diese Weise gesammelten Magensaft gemacht sind, gar nicht verlassen kann. Der letztere greift immer die Schwämme an, und erhält von denselben fremdartige Theile. Er bekömmt davon eine gelbe Farbe, die sich verliert, wenn man ihn durch dichte Leinewand seihet. Die gelben Theile bleiben auf dem Filtrum zurück, und die filtrirte Flüssigkeit ist von weiſslicher Farbe. Schwefelsaures Silber brachte in diesem durchgeseiheten Saft *einen* weissen Niederschlag hervor; salpetersaures *Bley* präcipitirte nur einige, kaum bemerkbare Flocken; salpetersaurer und salzsaurer Baryt bewirkten gar keine Fällung. Diese Erscheinungen deuteten auf freye Salzsäure hin, und wichen sehr von denen, S. 359. beschriebenen ab, die ich bey der chemischen Untersuchung des Magensafts der Hühner beobachtete. Ich zweifele aber nicht, daſs die Abweichung blos von den Schwämmen herrührte, wovon der Magensaft der Krähen einen Theil aufgelöst hatte.

Digitized by Google

Druckfehler.

S. 51. In dem Citat l) lese man: Rudolphi a. a. O. §. 134. 135.

S. 82. Anmerk. i). In der 3ten Zeile. Statt Rückstand auslöschte l. m. Rückstand Lichter auslöschte.

S. 209. Z. 4. St. eine l. m. einer.

Ebendas. In der Anmerk. a). Z. 3. Nach Kohlenstoff setze man hinzu: mit dem Sauerstoff.

S. 225. Z. 4. St. Farbenveränderungen l. m. Farbenveränderung.

S. 315. Z. 21. Nach findet setze man hinzu: sich.

S. 453. In der untersten Zeile. St. Enteuart l. m. Eulenart.

S. 454. Z. 6. St. Hérous l. m. Hérons.

S. 459. In dem Citat m) l. m. Rudolphi a. a. O. S. 342.

S. 494. Z. 21. St. Notua l. m. Noctua.

S. 496. In der Anmerk. n). Z. 1. St. zwanzig l. m. zwey.

S. 558. Z. 12. St. aus ihr l. m. aus ihm.

S. 604. In dem Citat z) l. m. Acta Acad. Nat. Curios. T. 5. p. 332.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google